МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по курсовому проектированию

Б1.В.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Лагунова Ю.А., д-р техн. наук, профессор

Одобрено на заседании кафедры
Горных машин и комплексов
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Лагунова Ю. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 31.08.2022
(Дата)

Рассмотрено методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 6
2. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ 6
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ 7
4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОГРУЗЧИКА 9
5. ЭТАПЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ КОМПОНОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОГРУЗЧИКА 12
6. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ 14
7. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ 18
7.1. Внешние нагрузки рабочего оборудования 18
7.2. Расчет усилий в элементах рабочего оборудования 20
8. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ЦИЛИНДРОВ ПОДЪЕМА СТРЕЛЫ 23
9. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ПОДЪЕМА СТРЕЛЫ И ПОВОРОТА КОВША 26
10. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ 27
10.1 Расчет стрелы 28
10.2 Конструкция и расчет рычага механизма поворота стрелы 30
10.3 Расчет шарниров рабочего оборудования 30
10.4 Расчет шарниров рабочего оборудования 31
Приложение 1. Зависимости для предварительного определения основных параметров одноковшовых погрузчиков 33
Приложение 2. Базовые тракторы 35
Приложение 3. Погрузчики одноковшовые фронтальные на пневмоколесном ходу 36

Приложение 4. Погрузчики типа «PAY» фирмы «Дрессер» 37

Приложение 5. Допускаемые удельные давления
в подшипниках скольжения 38
Приложение 6. Нормы механических свойств низколегированных
сталей ГОСТ 5058-65 39
Приложение 7. Методика и примеры расчета гидроцилиндров 40
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 44

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Курсовой проект выполняется студентами на 8-ом семестре после изучения дисциплин «Теоретическая механика», «Теория машин и механизмов», «Сопротивление материалов», «Оптимизация параметров горных машин», курса «Основы проектирования горных машин». Объединение знаний, полученных при изучении указанных дисциплин, достигается комплексным характером предварительной задачи, в которой осуществляется предварительный выбор параметров машины, кинематический анализ рабочего оборудования, статический и динамический расчеты погрузчика, расчет усилий в основных элементах и оценка их прочности.

1.2. Объем работы рассчитан на 44 часа и соответствует разработке узла конструкции на уровне технического проекта.

2. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Темой курсового проекта может быть проектирование и разработка конструкции рабочего оборудования погрузчика заданной грузоподъемности для определенных условий его работы (грунт, вид транспорта и расстояние транспортирования).

Задание на курсовое проектирование разрабатывается руководителем проекта и должно содержать следующие разделы:

1. Тема работы с указанием отличительных конструктивных признаков проектируемого узла
2. Источники для обоснования выбора конструктивной схемы рабочего оборудования: монографии, патенты, рекламные проспекты, статьи и другие материалы
3. Предварительное определение содержания пояснительной записки: горная технология, обоснование и выбор параметров, проектные расчеты, отработка технологичности проектируемого узла

4. Графическая часть проекта: объем и содержание разрабатываемых чертежей

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка объемом до 40 страниц рукописного текста содержит необходимые схемы, графики и другие иллюстрации расчетов.

Графическая часть включает три листа формата А1.

Во введении излагаются результаты изучения состояния вопроса в области создания фронтальных погрузчиков в стране и за рубежом, дается схема взаимодействия этих машин с транспортом, доказываются технико-экономические преимущества перед другими видами машин в определенных условиях эксплуатации. Необходимо также дать краткое обоснование выбора базовой машины для данного типоразмера погрузчика /1, 2/.

Погрузчики могут производить:

а) выемку мягких пород до III категории непосредственно из массива послойно (удельное усилие копания у современных погрузчиков $K_L = 60…120$).

б) выемку взорванных пород из развала высотой до 12 м при хорошем разрыхлении (связно-сыпучая или сыпучая горная масса с максимальным размером кусков в развале, не превышающим длины ковша, и с коэффициентом разрыхления $K_P = 1{,}3…1{,}6$).

Приспособляемость погрузчиков к различным горно-геологическим условиям достигается использованием сменных ковшей, от правильного выбора которых зависит эффективность работы погрузчика.

На экономичность погрузчика существенное влияние оказывает срок службы шин до смены протектора: на скальных породах 1250-2750 часов, на глинах 3000-5000 часов, на песках 5000-8500 часов.

Погрузчики с пневмоколесным ходовым оборудованием могут приме-

няться для перемещения породы на расстояния до 500 м, однако наиболее производительно работают с транспортом.

Схема и пример взаимодействия погрузчика с автотранспортом показаны на рис. 1 и 2:

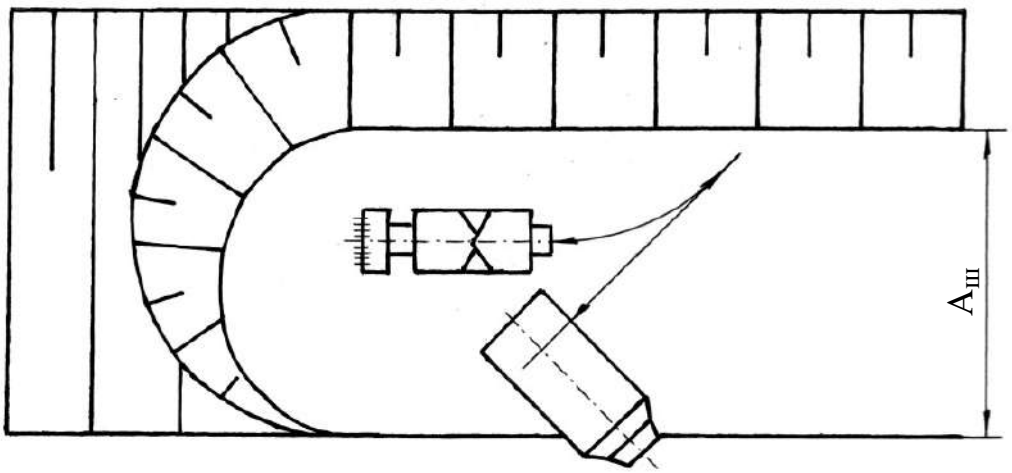


Рис. 1. Схема взаимодействия погрузчика с транспортом при торцевом забое



Рис. 2. Относительное положение автосамосвала и погрузчика при разгрузке ковша

При проектировании линейных параметров рабочего оборудования необходимо определить вместимость кузова и грузоподъемность автосамосвала. За-

дача решается экономическими методами, но для предварительного расчета можно принять автосамосвал с кузовом в 3…5 раз больше вместимости ковша погрузчика.

Выемка породы осуществляется при перемещении всей машины.

Различают следующие способы выемки: раздельный, совмещенный, экскавационный и послойный (рис. 3).

При раздельном способе ковш внедряется усилием ходового механизма до упора задней стенки, затем ковш поворачивается на полный угол запрокидывания, поднимается на высоту 0,3…0,4 м, после чего погрузчик отъезжает от забоя.

При совмещенном способе ковш внедряется в забой до половины длины ковша и при движении машины к забою поднимается и поворачивается цилиндрами подъема стрелы и поворота ковша.

Послойная разработка применяется для пород II-III категорий, а также для более крепких грунтов с предварительным рыхлением навесными рыхлителями.

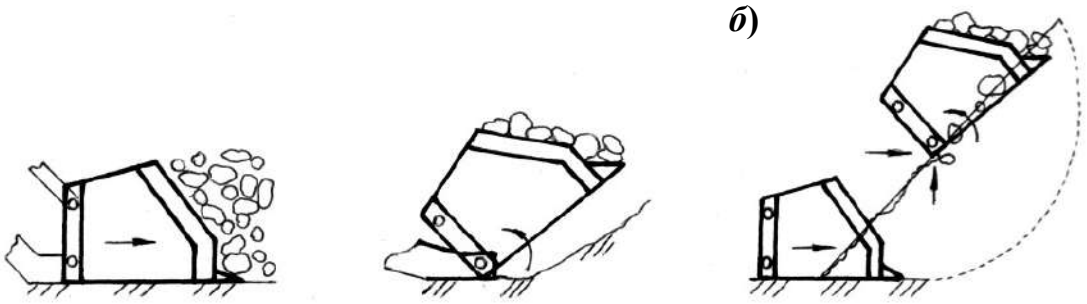


Рис. 3. Схема способов выемки пород погрузчиками:

а - раздельный; *б* – совмещенный.

4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОГРУЗЧИКА

После ознакомления с конструктивными схемами погрузчиков и изучения схем взаимодействия с транспортом, выбирается базовая машина /1, 2/ и вычер-

чивается схема рабочих размеров погрузчика. Эмпирические зависимости для предварительного определения основных параметров колесных фронтальных погрузчиков приведены в таблице приложения 1.

Размеры элементов рычажных систем определяются после расчета параметров погрузочного оборудования с основным ковшом при известных координатах точки подвески стрелы графическим построением (рис. 4).

Угол поворота стрелы должен быть 70-90°. Построив крайние положения и положение максимального вылета, два промежуточных положения выбирают произвольно.

В нижнем положении ковш устанавливается под рекомендуемым углом запрокидывания $\gamma_{зап} = 42…46°$, а в верхнем располагают под наибольшим углом разгрузки $\varepsilon_р = 50°$. Затем методом подбора, изменяя точки крепления стрелы, гидроцилиндров и звеньев рычажного механизма, находят наиболее выгодные положения ковша (разница в углах запрокидывания не должна превышать 15°). Точки крепления гидроцилиндров и ход штоков определяются конструктивно.

Размеры ковша, необходимые для графического построения рабочего оборудования, находятся по их отношению к расчетному радиусу поворота ковша $R_О$ (расстояние между осью шарнира O и режущей кромкой ковша (рис. 5)), определяемому по формуле:

$$R_О = \left(\frac{V_н}{B_О}\right)^{0,5}\left[0,5\cdot\lambda_д\cdot\left(\lambda_з+\lambda_к\cdot\cos j_О\right)\cdot\sin j_О-\lambda_r^{\,2}\cdot\left(\operatorname{ctg}\frac{j_О}{2}-\frac{\pi}{2}+\frac{\pi j_О}{360^\circ}\right)\right]^{-0,5} \quad (4.1)$$

где $V_н$ – номинальный объем ковша, м^3;

$B_О$ – внутренняя ширина ковша, принимается на 100 мм больше следа погрузчика;

$\lambda_д$ – относительная длина днища ковша ($\lambda_д = \dfrac{l_д}{R_О} = 1,4…1,5$);

$\lambda_з$ – относительная длина задней стенки ($\lambda_з = 1,1…1,4$);

$\lambda_к$ – относительная высота козырька ($\lambda_к = 0,12…0,14$);

λ_r – относительный радиус сопряжения днища и задней стенки (λ_r = 0,35...0,40);

j_o – угол между днищем и задней стенкой (j_o = 48…52°);

j_1 – угол между задней стенкой и козырьком (j_1 = 5…10°).

Относительные величины: $h_5 = 0{,}1R_o$;

$$l_к = (0{,}12…0{,}14)R_o;$$

$$h_ш = (0{,}06...0{,}12)R_o$$

могут уточняться при построении.

При построении (рис. 5) размер $l_з$ получается как производный от $l_д$, j_o, h_5, δ_o.

Угол наклона режущих кромок боковых стенок относительно днища ковша должен быть α_o = 50…60°.

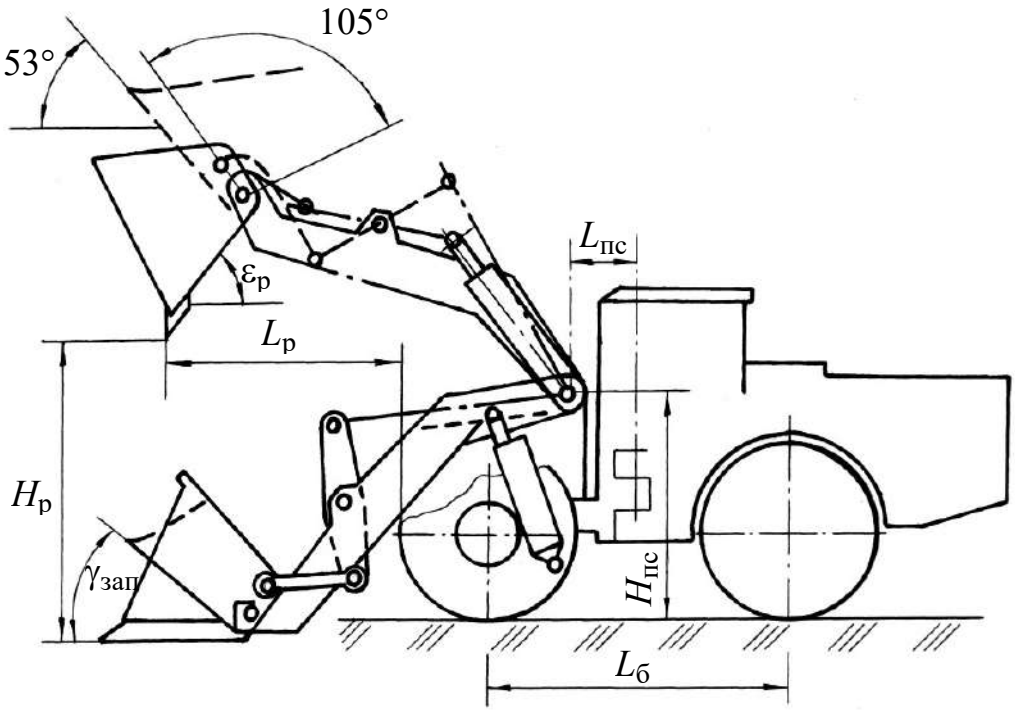


Рис. 4. Схема рабочего оборудования

По выбранным из таблицы приложения 1 и предварительно рассчитанным параметрам рабочего оборудования по конструкции при разработке общего ви-

да машины уточняются положения точек крепления ковша, стрелы, цилиндров.

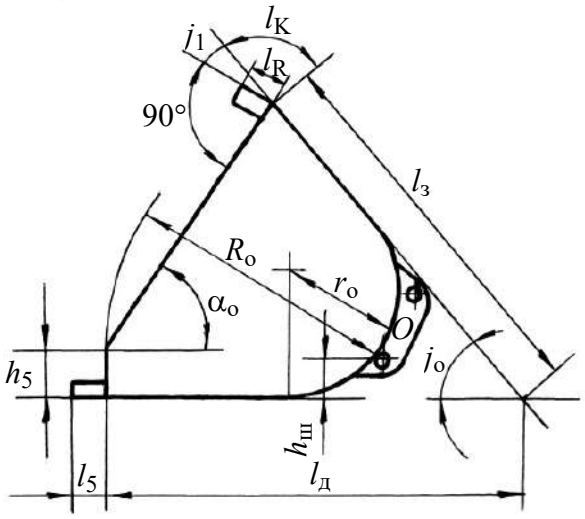


Рис. 5. Схема определения параметров ковша

5. ЭТАПЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ КОМПОНОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Содержанием проекта является разработка сменного рабочего оборудования погрузчика. В соответствии с этим базовая машина принимается как основа для размещения оборудования.

Процесс конструирования рабочего оборудования целесообразно разделить на два этапа:

1) эскизная компоновка без детальной проработки элементов

2) рабочая компоновка (выполняется после обоснования конструктивной схемы с учетом результатов кинематического и силового расчета)

Исходными данными для эскизной компоновки являются выбранная базовая машина, соответствующая заданной грузоподъемности, и контурные размеры ковша погрузчика.

Размеры базовой машины принимаются по ее технической характеристике, форма и размеры ковша определены в разделе 4. Предварительно рассчитываются ориентировочные координаты оси крепления стрелы к турельному бло-

ку: высота $H_{пс}$ и расстояние $L_{пс}$ от оси шарнира сочленения рам погрузчика (по формулам приложения 1).

На этапе эскизного проектирования в масштабе вычерчиваются контуры переднего колеса и положение оси сочленения рам (на расстоянии половины длины базы погрузчика от оси колеса). С максимально возможным приближением к машине размещается ковш. На этом эскизе конструктивно определяются размеры рычагов и положение шарниров механизма поворота ковша, точки крепления, максимальные ходы цилиндров подъема стрелы и поворота ковша.

На эскизе определяется возможность поворота ковша в транспортное положение и положение разгрузки в соответствии со схемой оборудования (рис. 4).

Схема рабочего оборудования, уточненная на этапе эскизного компонования, используется для рабочего компонования, где определяются сечения плеч стрелы, диаметры шарниров и схема компонования механизма поворота ковша, диаметры цилиндров, ход штоков и другие размеры, полученные в разделах 6, 7 и 8.

На этапе рабочего компонования выбирается схема стрелы: двухбалочная с раздельными плечами или двухбалочная с жесткой трубчатой поперечиной. Плечи выполняются монолитными или сварными коробчатого сечения. Механизмы поворота ковша рычажные, с одним или двумя рычагами и, соответственно, с одним или двумя исполнительными цилиндрами.

Монолитные подъемные плечи с трубчатой поперечиной, не подверженные перекосам, обеспечивают жесткую соосность пальцевых отверстий; они проще в изготовлении.

Раздельные плечи коробчатого сечения позволяют снизить вес стрелы, но при этом увеличивается объем сварочных работ.

Механизмы поворота ковша рычажные с одним или двумя исполнительными цилиндрами. Сдвоенные механизмы улучшают распределение нагрузки по ковшу, но при этом возрастает трудоемкость изготовления и обслуживания.

Ковши обычно изготавливаются сварными и должны соответствовать ус-

ловиям применения.

По конструкции ковши отличаются, прежде всего, наличием усилений, ребер и накладок.

Ковши, усиленные ребрами жесткости, лучше воспринимают изгибающую и одностороннюю нагрузку, рекомендуются для погрузки скальных пород.

Ковши с прямым профилем применяют для скальных пород в условиях ударных нагрузок.

Лопатообразные ковши с ломаной кромкой позволяют осуществлять более глубокое внедрение.

В абразивных породах поверхности и кромки, подверженные сильному износу, необходимо защищать накладками из твердых сплавов, устанавливать на режущей кромке сегменты между зубьями. Крепление накладок осуществляется штифтами и болтовыми соединениями.

При компоновке необходимо унифицировать детали шарнирных соединений.

6. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Экскаваторы и погрузчики имеют рабочее оборудование в виде плоских рычажных механизмов. Совершенствование таких машин без знания кинематических и динамических характеристик механизмов практически невозможно. Возможности кинематических исследований значительно возрастают в связи с широким внедрением ЭВМ в практику проектирования.

Можно выделить следующие этапы при проектировании рабочего оборудования:

1) выбор кинематической схемы механизма на основе сопоставления и анализа различных вариантов;

2) проведение кинематического и силового расчетов;

3) расчеты на прочность и выносливость.

Целью кинематического расчета в курсовой работе является определение необходимых скоростей выдвижения штока гидроцилиндра поворота ковша при условии, что ковш при подъеме стрелы сохраняет первоначальное транспортное положение. Этим обеспечивается подъем грунта без просыпания.

Кроме того, необходимо оценить ускорения в звеньях и для расчета динамических нагрузок при подъеме-опускании ковша.

Для выбранной в соответствии с заданием базовой машины по предварительно определенным параметрам после вычерчивания в масштабе схемы рабочего оборудования находятся размеры звеньев (стрелы, цилиндров, рычагов и т.д.).

По начальному положению рабочего оборудования определяются длины цилиндров *AB* и *DM* (рис. 6).

Для заданного угла поворота стрелы α ≈ 70° (1,22 рад) определяется ход поршня гидроцилиндра подъема стрелы:

$$S_{\text{П}} = l_5 - l_{\text{о}}.$$

По средней скорости подъема стрелы *V* (линейная скорость шарнира ковша, предварительно принимается 0,45 м/с и уточняется в техническом задании на проектирование) находится время движения стрелы из начального положения в конечное:

$$t = \frac{R_{\text{с}} \cdot \alpha}{V};\ \text{с}. \qquad (6.1)$$

Скорость поршня (штока) гидроцилиндра подъема стрелы:

$$V_{\text{П}} = \frac{S_{\text{П}}}{t};\ \text{м/с}. \qquad (6.2)$$

Необходимые скорости выдвижения штока гидроцилиндра поворота ковша находятся построением на схеме (рис. 6) нескольких положений рабочего оборудования. Обычно вычерчиваются пять положений: начальное, среднее (для максимального радиуса черпания) и два промежуточных:

$$S_1 = l_1 - l_{\text{о}}; \qquad S_2 = l_2 - l_1;$$

$$S_3 = l_3 - l_2; \qquad S_4 = l_4 - l_3; \qquad S_5 = l_5 - l_4$$

и определяется время выдвижения: $t = \frac{S_4}{V_П}$; $t = \frac{S_5}{V_П}$.

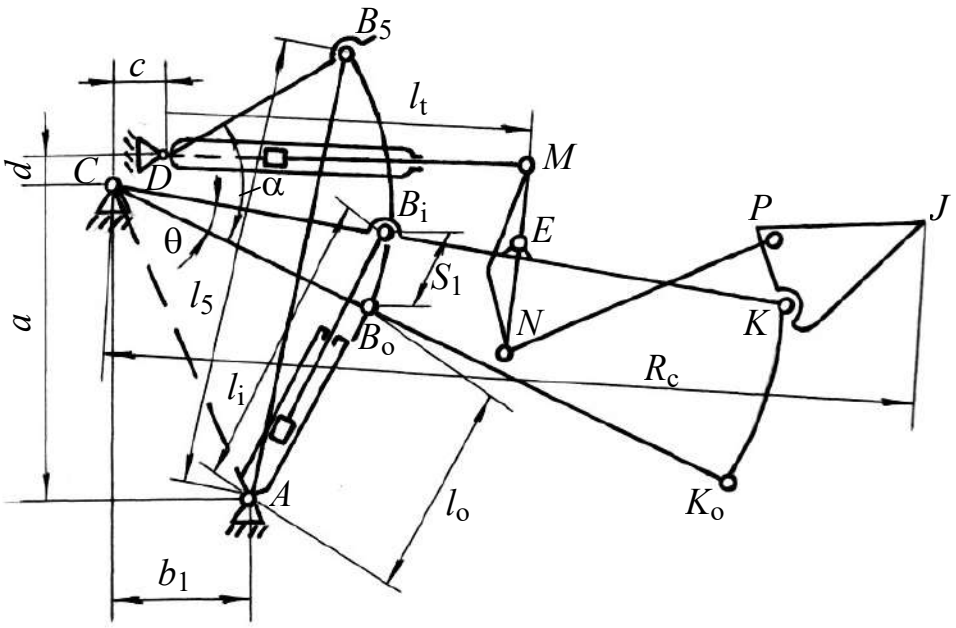


Рис. 6. Кинематическая схема рабочего оборудования фронтального погрузчика

Аналогично находятся выдвижения штока гидроцилиндра ковша, а по ним – скорости выдвижения штока $V_П = S_i / t_i$.

Скорости отдельных точек рабочего оборудования могут быть определены графически – построением плана скоростей. Уравнения для скорости точки B в векторной форме:

$$V_B = V_П + V_{BA};$$
$$V_B = V_C + V_{BC}. \qquad (6.3)$$

Модульное значение скорости движения поршня $V_П$ определено выше (6.2).

Графический метод прост и может быть использован при выполнении данной работы. Аналитическое решение записывают по методу преобразования координат в форме, предложенной Ю.Ф.Морошкиным /3/.

В простейшем случае зависимость между углом поворота стрелы и величиной изменения длины цилиндра $AB = S(t)$ может быть получена из геометрических соотношений треугольника ABC (рис. 6):

$$Q = \arccos\frac{b^2 + l_{\text{C}}^2 - S^2(t)}{2 \cdot b \cdot l_{\text{C}}} - \arccos\frac{b^2 + l_C^2 - S_{\text{o}}^2}{2 \cdot b \cdot l_{\text{C}}}, \qquad (6.4)$$

где $b = AC$; $l_{\text{C}} = BC$; $S_{\text{o}} = l_{\text{o}}$; $S(t) = S_{\text{o}} + S_{\text{П}}(t)$;

S_{o} – значение AB_{o}, соответствующее начальному положению стрелы;

$S_{\text{П}}(t)$ – ход поршня гидроцилиндра подъема стрелы.

Угловая скорость находится как первая производная от $Q(t)$ по времени:

$$\omega = \frac{(S_{\text{o}} + V_{\text{П}} \cdot t) \cdot V_{\text{П}}}{b \cdot l_{\text{C}} \cdot \sqrt{1 - u^2}}; \qquad (6.5)$$

$$u = \frac{b^2 + l_{\text{C}}^2 - S_{\text{o}}^2 - 2S_{\text{o}} \cdot S_{\text{П}}(t) - S_{\text{П}}^2(t)}{2 \cdot b \cdot l_{\text{C}}}. \qquad (6.6)$$

Угловое ускорение ε при повороте стрелы является второй производной по времени от $Q(t)$:

$$\varepsilon = \pm\frac{2 \cdot b \cdot l_{\text{C}} \cdot V_{\text{П}}(1 - u^2) + V_{\text{П}}^3 \cdot t \cdot (S_{\text{o}} + V_{\text{П}} \cdot t)}{2 \cdot b^2 \cdot l_{\text{C}} \cdot \sqrt{(1 - u^2)^3}} \qquad (6.7)$$

В выражении (6.7) знак «+» относится к подъему стрелы, знак «–» – к ее опусканию.

Зная ω и ε, можно определить линейные скорость и ускорение.

Линейная (окружная) скорость стрелы в точке K:

$$V_{\text{K}} = \omega \cdot l_{\text{K}}. \qquad (6.8)$$

Ускорение стрелы, направленное по нормали к траектории движения точки K:

$$a_{\text{K}}^n = \omega^2 \cdot l_{\text{K}}. \qquad (6.9)$$

Ускорение стрелы, направленное по касательной к траектории ее движения:

$$a_{\text{K}}^n = \varepsilon \cdot l_{\text{K}}. \qquad (6.10)$$

Суммарное ускорение стрелы в точке *K*:

$$a_{\mathrm{K}} = l_{\mathrm{K}} \cdot (\omega^4 + \varepsilon^2)^{0,5}, \qquad (6.11)$$

где l_{K} = СК.

Аналитический метод в данной работе может быть использован для проверки результатов, полученных построением планов скоростей и ускорений, а также графическим дифференцированием.

7. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

В силовой расчет входит определение внешних нагрузок и расчет в цилиндрах и шарнирах рабочего оборудования.

7.1. Внешние нагрузки рабочего оборудования

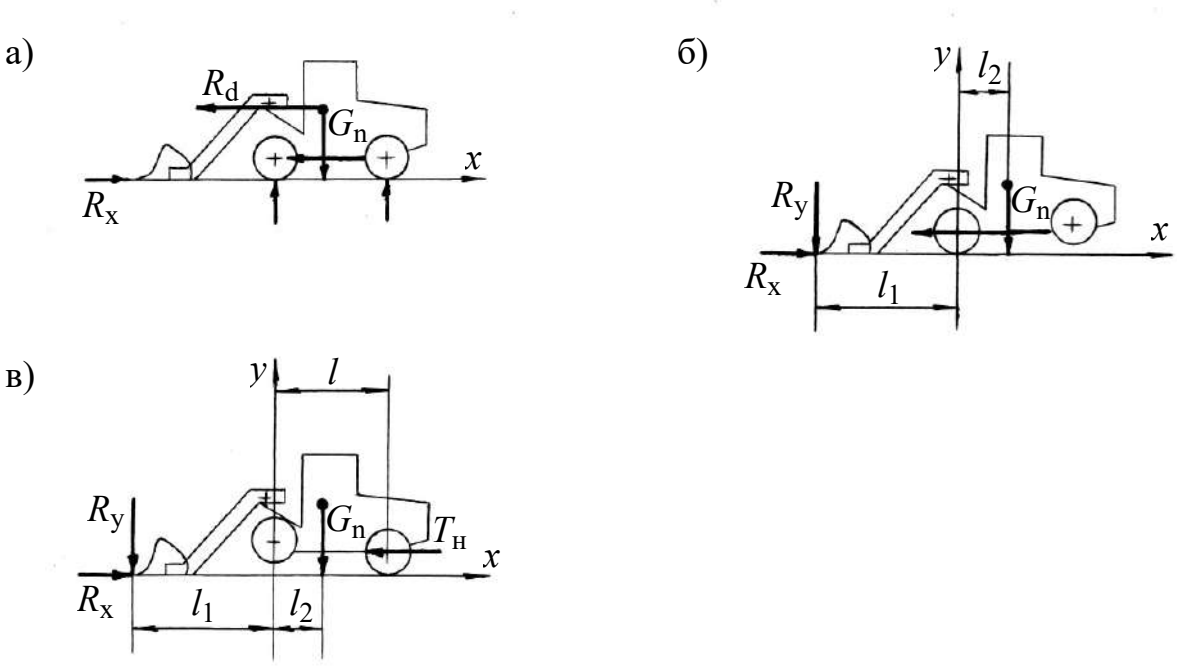


Рис. 7. Расчетные случаи нагружения погрузчика

Наибольшие нагрузки возникают при внедрении ковша в породу. Рассматривают три расчетных случая:

1. Удар ковша о труднопреодолимое препятствие при внедрении в породу, с запертыми гидроцилиндрами поворота стрелы и ковша (рис.7, *а*).

Горизонтальное усилие определяется при упоре в абсолютно жесткое препятствие:

$$R_{\text{х}} = T_{\varphi} - P_{\text{о}} + V_{\text{нач}} \cdot (C_1 \cdot m_{\text{пр}})^{0,5}, \qquad (7.1)$$

где T_{φ} – сила сцепления движителя с грунтом, $T_{\varphi} = 0{,}6 \cdot G_{\text{П}}$, кН,

где $G_{\text{П}}$ – рабочий вес погрузчика, кН;

$P_{\text{о}}$ – сопротивление качению, $P_{\text{о}} = 0{,}1 \cdot G_{\text{П}}$, кН;

$V_{\text{нач}}$ – скорость, соответствующая режиму максимальной мощности на первой передаче, м/с (принимается $V_{\text{нач}} = 1$ м/с);

C_1 – жесткость рабочего оборудования, $C_1 = K_{\text{ж}} \cdot m_{\text{о}}$, кН/м,

где $K_{\text{ж}}$ – удельный (на 1т массы) коэффициент жесткости рабочего оборудования ($K_{\text{ж}} = 900\ldots1000$ кН/м);

$m_{\text{о}}$ – масса рабочего оборудования, т;

$m_{\text{пр}}$ – приведенная масса погрузчика, $m_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot m_{\text{п}}$, т

где $m_{\text{п}}$ – масса погрузчика;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент приведения, учитывающий моменты инерции вращающихся частей двигателя и коробки передач ($K_{\text{пр}} = 1{,}05$ – для тихоходных и $K_{\text{пр}} = 1{,}15$ – для быстроходных двигателей).

2. Вывешивание погрузчика вокруг передней оси при повороте внедренного в развал горной массы ковша усилием гидроцилиндра его поворота (рис.7, *б*).

Вертикальную силу $R_{\text{у}}$ определяют из условия устойчивости машины:

$$R_{\text{у}} = G_{\text{П}} \cdot \frac{l_2}{l_1}. \qquad (7.2)$$

Горизонтальная сила принимается равной номинальному тяговому усилию $R_{\text{х}} = T_{\text{н}}$.

3. Вывешивание погрузчика вокруг задней оси под действием цилиндров подъема стрелы (рис.7, *в*).

Вертикальная сила равна усилию отпора, создаваемому при вывешивании машины на задних колесах и зубьях ковша:

$$R_{\text{у}} = G_{\text{П}} \cdot \frac{l - l_2}{l + l_1}. \qquad (7.3)$$

Горизонтальную силу определяют по сцепной силе тяжести с учетом разгрузки передней оси:

$$R_{\text{х}} = (G_{\text{П}} - R_{\text{у}}) \cdot \varphi \le T_{\text{н}}, \qquad (7.4)$$

где $\varphi = 0{,}8$ – наибольший коэффициент сцепления для колесного движителя.

Полученные усилия служат для расчета на прочность деталей рабочего оборудования и подбора параметров гидроцилиндров.

7.2. Расчет усилий в элементах рабочего оборудования

Силы, действующие в элементах рабочего оборудования, определяются по предварительно рассчитанным (п. 4) и конструктивно определенным параметрам (п. 4). Усилия в штоках гидроцилиндров подъема стрелы определяют при фиксированном положении ковша по сопротивлению вывода ковша из развала породы (рис. 8). Глубину внедрения ковша определяют по принятой конструкции ковша, принимая глубину внедрения равной длине днища ковша ($L_{\text{вн}} = C$).

Длину сдвига $l_{\text{о}}$ определяем из треугольника *ОДЕ* (рис. 8):

$$l_{\text{о}} = L_{\text{вн}} \cdot \frac{\sin\varphi}{\cos(45 + 0{,}5 \cdot \varphi)}, \qquad (7.5)$$

где φ – угол откоса осыпи (для средней крупности $d_{\text{ср}} = 20\ldots40$ см, $\varphi = 34\ldots38°$; для крупных кусков $d_{\text{ср}} = 40\ldots60$ см, $\varphi = 42\ldots45°$).

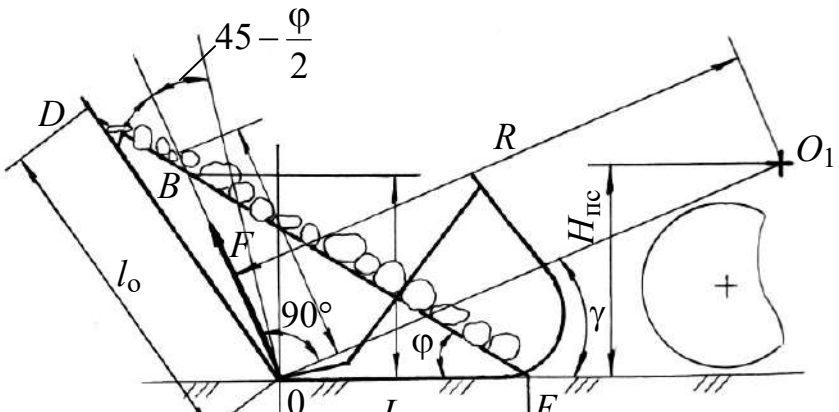


Рис. 8. Схема к расчету сопротивления выводу ковша из развала породы

Сопротивление выводу ковша из развала породы определяется по формуле:

$$F = 4{,}905 \cdot \rho \cdot K_{\text{р}}^{-1} \cdot L_{\text{вн}}^{2} \cdot \text{tg}^{2}\varphi \cdot \text{tg}(45^{\text{o}} + 0{,}5 \cdot \varphi) \cdot B_{\text{К}}, \qquad (7.6)$$

где $K_{\text{Р}}$ – коэффициент разрыхления горной массы в осыпи;

ρ – плотность породы, т/м^3 [2, табл. 2.1]

При выводе внедренного в породу ковша действуют силы тяжести стрелы с рычажным механизмом $G_{\text{С}}$ и ковша $G_{\text{К}}$, а также сопротивление выводу ковша из развала породы F, учитывающее массу в ковше.

Усилие в цилиндрах подъема стрелы при запертом цилиндре поворота ковша может быть найдено из уравнения сил сопротивления относительно O_1, (рис.9):

$$P_{\text{С}} = (l_{\text{С}} \cdot \cos\varepsilon)^{-1} \cdot [G_{\text{С}} \cdot b + G_{\text{К}} \cdot (r_{\text{о}} - a_1 + a_2) + F \cdot (r_{\text{о}}^{2} + H_{\text{ПС}}^{2})^{0{,}5}], \qquad (7.7)$$

где $G_{\text{С}}$ – вес стрелы и рычажной системы

$G_{\text{К}}$ – вес порожнего ковша;

$l_{\text{о}} = 0{,}5 \cdot l_{\text{А}}$ – расстояние от центра масс стрелы с рычажной системой до шарнира ее крепления

Усилие в цилиндре поворота ковша при запертых цилиндрах стрелы определяется по второму расчетному положению (п. 7.1) и схеме (рис. 7):

$$P_{\text{К}} = b_1 \cdot b_2^{-1} \cdot a_4^{-1} \cdot (R_x \cdot a_3 + R_y \cdot a_1 + G_{\text{К}} \cdot a_2) \cdot \sin^{-1}(\varphi + \delta). \qquad (7.8)$$

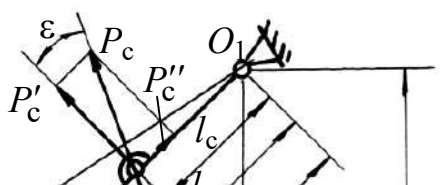


Рис.9. Схема к расчету усилий в цилиндре подъема стрелы при выводе ковша

б

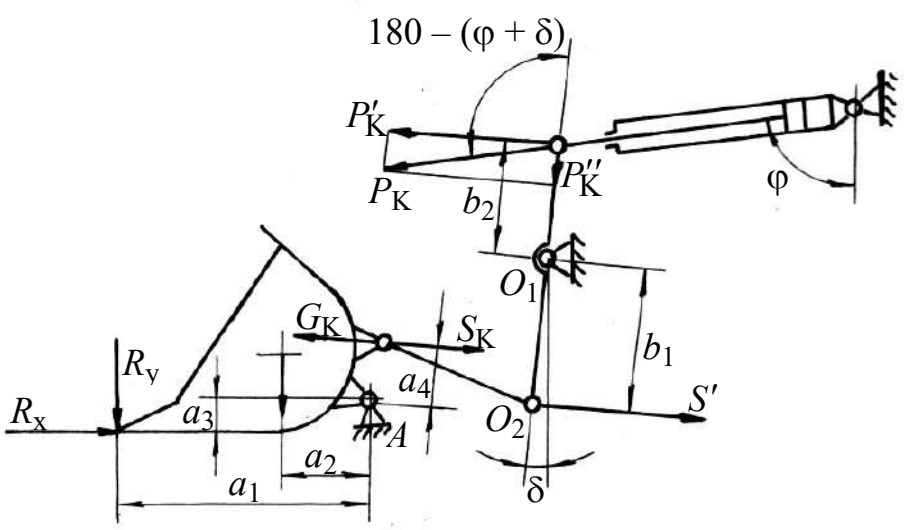


Рис. 10. Схема к расчету усилий в цилиндре поворота ковша

8. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ЦИЛИНДРОВ ПОДЪЕМА СТРЕЛЫ

Целью проектного расчета является такой выбор проектных параметров, при котором пиковое усилие в рабочем диапазоне движения стрелы будет наи-

меньшим. Очевидно, это позволит спроектировать рабочее оборудование с цилиндрами наименьшего размера, а, следовательно, наименьшей стоимости.

Исходные данные для проектирования механизма рабочего оборудования (рис. 11):

1) вес концевого груза (ковш с породой)

2) длина стрелы

3) ограничения на амплитуду движений

$$\varphi_{min} = -42^\circ \text{ , } S_{min}$$

$$\varphi_{max} = 80^\circ \text{ , } S_{max}$$

где S_{min}, S_{max} – минимальное и максимальное расстояния между осями шарниров цилиндра и штока.

Задача состоит в том, чтобы спроектировать механизм, который мог бы занимать указанные начальное и конечное положения, развивая при этом минимальное пиковое усилие T в цилиндре в диапазоне значений:

$$\varphi_{min} \leq \varphi \leq \varphi_{max}$$

Такая задача в инженерной практике получила название **задачи на «минимакс»**.

Независимые переменные величины, которые полностью и однозначно определяют решаемую задачу проектирования, называют **проектными параметрами**.

На рисунке 11 показаны проектные параметры, вычисленные в процессе оптимизации. Это независимые геометрические величины a, b и β, где принято $\beta = \alpha + \gamma$.

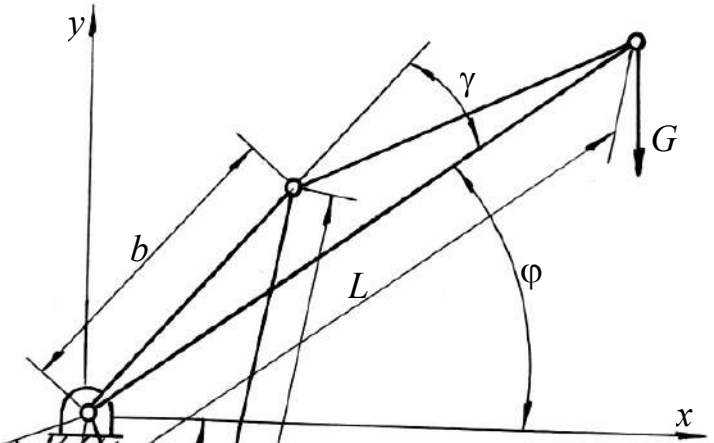


Рис.11. Схема к расчету наименьшего пикового усилия в цилиндрах подъема стрелы

Связь между линейными геометрическими параметрами и узлами можно найти по теореме косинусов

$$K_1 \cdot \cos(\beta + \varphi) - K_2 = -S^2, \tag{8.1}$$

где $K_1 = 2 \cdot a \cdot b$, $K_2 = a^2 + b^2$.

Так как вес поднимаемого груза G и длина стрелы L заданы, то из условия равновесия можно найти усилие T в цилиндре:

$$T(\varphi) = \frac{L \cdot G \cdot \sqrt{K_2 - K_1 \cdot \cos(\beta + \varphi)} \cdot \cos\varphi}{a \cdot b \cdot \sin(\beta + \varphi)}. \tag{8.2}$$

Итак, задача оптимизации:

Проектные параметры: a, b, β.

Целевая функция (минимум, который требуется найти):

$$M = T(\varphi)_{\max} \text{ при } \varphi_{\min} \le \varphi \le \varphi_{\max}.$$

Ограничения выражены следующими равенствами:

$$K_1 \cdot \cos(\beta + \varphi_{\min}) - K_2 = -S_{\min}^2$$

$$K_1 \cdot \cos(\beta + \varphi_{\max}) - K_2 = -S_{\max}^2$$

С помощью этих ограничений можно исключить два параметра из трех.

Если параметр β известен, то из указанных выше равенств найдем:

$$K_1 = \frac{S_{\min}^2 - S_{\max}^2}{\cos(\beta + \varphi_{\max}) - \cos(\beta + \varphi_{\min})}$$
$$K_2 = K_1 \cdot \cos(\beta + \varphi_{\max}) + S_{\max}^2 . \qquad (8.3)$$

Так как $K_1 = 2 \cdot a \cdot b$ и $K_2 = a^2 + b^2$, то a и b можно выразить в следующем виде:

$$a = \frac{K_1}{2 \cdot b} \quad \text{и} \quad b = \left(\frac{K_2 + \sqrt{K_2^2 - K_1^2}}{2} \right)^{0,5} . \qquad (8.4)$$

Таким образом, остается только один проектный параметр β. Значение $T(\varphi)_{\max}$ в интервале от $\varphi_{\min}$ до $\varphi_{\max}$ можно найти одним из методов одномерного поиска. Для этого потребуется отдельный поиск, помимо поиска оптимальной конструкции.

При поиске оптимума следует ограничить множество возможных значений β так, чтобы функция $T(\varphi)$ в процессе вычислений не обращалась в бесконечность, когда $\sin(\beta + \varphi) = 0$.

Чтобы избежать этого требуется ввести границы $0 < \beta + \varphi < \pi$, где $\varphi_{\min} < \varphi < \varphi_{\max}$. Отсюда следует, что параметр β должен быть заключен в интервале: $-\varphi_{\max} \le \beta \le \pi - \varphi_{\min}$

В результате анализа определяются значения a, b и β, при которых $T(\varphi)$ примет пиковое значение $T_{\max}$, наименьшее во всем диапазоне вычислений. Это значение и принимается в расчете размеров цилиндров подъема стрелы.

9. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ПОДЪЕМА СТРЕЛЫ И ПОВОРОТА КОВША

Исполнительные механизмы рабочего оборудования фронтальных погрузчиков обычно оснащаются одноступенчатыми гидравлическими цилиндра-

ми двухстороннего действия. Они состоят из гильзы цилиндра, штока, поршня, сквозной и глухой крышек (приложение 8).

Главным параметром силовых цилиндров является внутренний диаметр цилиндра.

К основным параметрам относят номинальное давление и ход поршня.

Согласно ГОСТ 6540-68 рекомендуется ряд номинальных давлений $P_{ном}$, МПа:

2,5; 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63.

Из ряда значений активных диаметров цилиндров и штоков (в миллиметрах) рекомендуются:

20; 25; 32 (36); 40 (45); 50 (56); 63 (70); 80 (90); 100 (110); 125 (140); 160 (180); 200 (220).

В приложении 8 приведены конструкции гидроцилиндров и их узлов.

Конструктивные схемы гидроцилиндров, выбор и обоснование главного, основных и вспомогательных параметров, конструирование элементов и специальных устройств, технические требования на изготовление приведены в учебном пособии /7/. Там же указаны некоторые методы технологических процессов изготовления деталей гидроцилиндров, оказывающие определяющее влияние на долговечность основных узлов.

Расчеты на прочность элементов гидроцилиндров выполняются по специальным формулам и включают расчет:

- толщины стенки цилиндра,
- днища,
- фланцев,
- элементов крепления крышек,
- стяжных шпилек,
- проушин,
- пальцев,
- резьбового соединения штока с гайкой.

Гидравлические цилиндры работают как сжато-изогнутые стержни с

шарнирами по концам, поэтому необходима проверка их на продольный изгиб по критической силе /7/.

Постановочные размеры гидроцилиндров (расстояния между осями проушин при втянутых штоках) определяются в разделе 6 пособия при компоновании.

Точки крепления гидроцилиндров определяются конструктивно.

Длина хода поршней определяется по углам поворота стрелы и ковша.

10. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Рабочее оборудование фронтального погрузчика состоит из стрелы, ковша и рычажного механизма.

Стрела двухбалочная. Балки (продольные лонжероны) коробчатого сечения, каждая состоит из двух боковин, верхнего и нижнего поясов. С порталом и ковшом балки соединяются шарнирно. Для придания жесткости стреле и устранения перекосов в шарнирах балки соединены между собой жесткой поперечной балкой коробчатого сечения или трубой, вваренной между лонжеронами.

Рычажный механизм обеспечивает движение ковша в процессе наполнения и выгрузки, а также его поступательное перемещение в процессе подъема и опускания стрелы. Механизм состоит из рычага, свободно качающегося относительно стрелы (рис. 6). Гидроцилиндр поворота ковша шарнирно соединен с порталом, а его шток – с рычагом. Нижнее плечо рычага через тягу соединяется с ковшом. В некоторых конструкциях применяются сдвоенные механизмы.

Ковш фронтальных погрузчиков бывает:

1) нормальной вместимости (основной) – для мелкокусковых материалов II – III категорий плотностью 1,2...1,8 т/м^3;

2) уменьшенной вместимости (0,6…0,8 основной емкости ковша) – для тяжелых пород плотностью выше 2 т/м^3, средней крупности ($d_{ср}$=20...40 см);

3) увеличенной вместимости (1,4...1,6 основной емкости ковша) – для легких пород плотностью до 1,2 т/м^3.

Все ковши делают в обычном исполнении, т.е. с разгрузкой путем опрокидывания.

Ковши специальных исполнений (челюстной, увеличенной высоты разгрузки) применяют на работах по складированию материала.

10.1. Расчет стрелы на прочность

Прочность стрелы проверяется при упоре в жесткое препятствие (п. 7.1).

Расчетные схемы 7, а и 8.

Усилия F и R_y не учитываются, ковш порожний.

Расчет выполняется для случая удара крайним зубом (рис. 12).

В случае z-образного рычажного механизма засчет смещения реакции породы на величину a_3 и усилия в тяге S_K нагрузка в шарнире стрелы будет:

$$P_1 = 0{,}5 \cdot [R_x \cdot (B + d) \cdot d^{-1} + a_5^{-1} \cdot (G_K \cdot a_2 + R_x \cdot a_3) \cdot \cos\beta], \qquad (10.1)$$

где R_x – реакция препятствия (7.1), кН;

B – ширина ковша, м;

d – расстояние между центрами сечений балок стрелы, м;

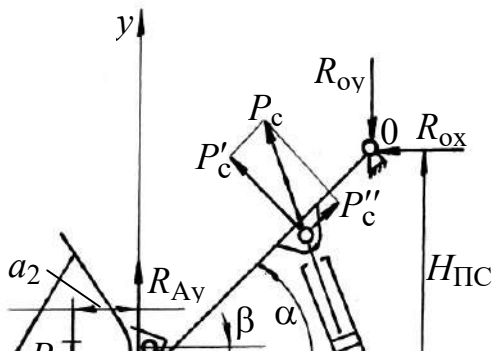
G_K – вес ковша погрузчика;

a_2, a_3, a_5 – плечи сил относительно шарнира А (рис. 7, *а*).

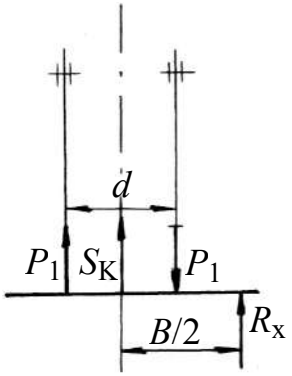
Момент изгиба балки стрелы:

$$M_1 = l_x \cdot (P_1 \cdot \sin\alpha - G_K \cdot \cos\alpha + S_K \cdot \sin\beta \cdot \cos\alpha), \qquad (10.2)$$

а)



б)



в)



Рис.12. Схемы к расчету стрелы на прочность:

а – нагрузки рабочего оборудования;

б – распределение усилий при нагружении крайнего зуба;

в – расчетная схема балки стрелы

Предварительно может быть найдена высота внутреннего контура сечения балки стрелы (для соотношения толщины обечайки и высоты внутреннего сечения $\delta / h - k$):

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{\text{x}}}{b \cdot [(1+k)^3 - 1]}}, \qquad (10.3)$$

где W_{x} – момент сопротивления сечения изгибу

$$W_{\text{x}} = \frac{M}{[\sigma]},$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала балки;

b – ширина балки.

Высота сечения балки: $H = h + 2 \cdot \delta$

Напряжение в сечении определяется с учетом сжимающих сил:

$$\sigma = \frac{M_1}{W_{\text{x}}} \pm \frac{P_1}{F_1} \le [\sigma]. \qquad (10.4)$$

10.2. Конструкция и расчет рычага на прочность

Прочность рычага проверяется по усилию в цилиндре поворота ковша (7.9) расчетом на изгиб (рис. 10).

Размеры рычага и углы наклона элементов рычажной системы определяются по конструктивной схеме рабочего оборудования.

10.3. Конструкция и расчет шарниров

Соединения элементов рабочего оборудования с порталом передней рамы погрузчиков осуществляется посредством шарниров. Особенность работы подшипников в этих шарнирах заключается в том, что при ограниченных углах поворота ухудшаются условия смазки и, следовательно, сокращается срок службы деталей шарниров.

В конструкциях мощных гидравлических экскаваторов вместо сферических шарнирных подшипников, применявшихся с целью снижения неравномерности нагружения узлов, используют обычные втулки из твердой латуни ЛЦ23А6ЖЗМЦ2. Это позволяет вдвое увеличить площадь контакта и соответственно снизить контактные напряжения. Равномерность нагружения втулок по длине обеспечивается жесткостью соединения узлов, точностью обработки отверстий и податливостью цилиндров.

Шарниры необходимо унифицировать по диаметрам, материалам осей и втулок. Оси изготавливаются из стали марки 20Х2НЧА ГОСТ 4543-71 с цементацией, закалкой и шлифовкой рабочих поверхностей, твердость HRC = 56…62.

Для получения эффекта «трения без износа» рабочая поверхность осей подвергается латунированию путем фрикционного нанесения слоя латуни толщиной в несколько микрон по специальной технологии.

Смазка шарниров и установка деталей показаны на схеме (рис. 13):

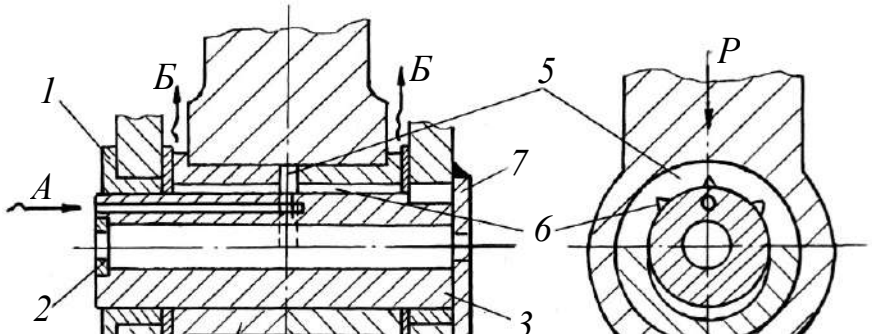


Рис. 13. Конструктивная схема и смазка шарниров рабочего оборудования:

1, *7* – упор; *2* – стопорная планка; *3* – ось шарнирная; *4* – втулка;

5 – полукольцевой канал; *6* – продольные пазы; *8* – регулировочные прокладки;

А – подвод смазки; *Б* – выход излишней смазки

Для смазки применяется Литол-24 ГОСТ 21150-87 с металлоплакирующими присадками МКФ-18 (коэффициент трения не превышает 0,08).

Давление в зоне контакта осей и втулок может достигать 50 МПа.

10.4. Расчет шарниров рабочего оборудования

При повышенной удельной нагрузке опоры и малой скорости скольжения при неправильном выборе смазочного материала может начаться быстрый износ трущихся поверхностей. В особенности это опасно в случае опор с реверсивным и качательным движением. Надежность подшипников скольжения в подобных условиях определяется антифрикционными и механическими свойствами материалов трущихся поверхностей и прочностью тонкой смазочной пленки.

Расчет опор скольжения в условиях недостаточной смазки выполняют как проверочный – по удельной нагрузке P, МПа, приходящейся на единицу проекции рабочей поверхности подшипника.

Для нормальной работы подшипника необходимо:

$$p = \frac{P}{dl} \le [p], \qquad (10.5)$$

где P – сила давления на опору в целом.

Значения допускаемого удельного давления $[p]$ в рабочем оборудовании

необходимо выбирать с учетом высоких нагрузок при ударном воздействии.

Материал вкладышей выбирается из таблицы приложения 5.

Диаметр цапфы d определяется конструктивно по расчетной прочности пальцев.

Длина цапфы вычисляется по формуле: $l = \varphi \cdot d^{-1}$, где φ = 0,5...1,2.

Если при расчете получится $p \geq [p]$, то надо либо изменить материал вкладышей, либо увеличить длину подшипника l, чтобы коэффициент φ не превышал допустимого предела.

Зазоры в подшипниках определяются по условиям монтажа с обеспечением посадок с гарантированным зазором по 7-му и 8-му квалитетам.

Расчет выполняется с целью проверки прочности при максимальных нагрузках.

При малой жесткости сопрягаемых узлов расчетные схемы должны учитывать узлы жесткости опор [8, с. 145]. Изменяя варианты конструкции опор, можно существенно снизить расчетные напряжения в оси. Учитывая размеры подшипника качения, подбирается требуемый диаметр оси, материал для ее заготовки соответствующего вида.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОДНОКОВШОВЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Параметры	Зависимости

	от грузоподъемности
Номинальная грузоподъемность, кН	$Q_{\text{Н}}$
Мощность, л. с.	$2{,}861 \cdot Q_{\text{Н}} + 63{,}62$
Наибольшая высота разгрузки, $H_{\text{Р}}$, м	$0{,}0135 \cdot Q_{\text{Н}} + 2{,}37$
Вылет кромки ковша при разгрузке, $L_{\text{Р}}$, м	$0{,}5 \cdot B_{\text{Т}} + 0{,}200$
Номинальный объем основного ковша, $V_{\text{ном}}$, м^3	$0{,}05 \cdot Q_{\text{Н}}$
Общая масса рабочего оборудования, $m_{\text{РО}}$	$(0{,}15\ldots0{,}25) \cdot m_{\text{П}}$
Высота оси крепления стрелы, $H_{\text{ПС}}$, м	$(0{,}68...0{,}98) \cdot \sqrt[3]{m_{\text{П}}}$
Масса погрузчика, $m_{\text{П}}$, т	$(0{,}90...1{,}20)(7{,}08 + 0{,}176 \cdot Q_{\text{Н}})$
Расстояние от оси крепления стрелы до средней оси погрузчика, $L_{\text{ПС}}$, м	$(0{,}20\ldots0{,}25) \cdot \sqrt[3]{m_{\text{П}}}$
Размер шин, дюймы (1 дюйм = 25,4 мм):	
диаметр диска, d	$0{,}0767 \cdot Q_{\text{Н}} + 21{,}89$
ширина колеса, b	$0{,}259 \cdot Q_{\text{Н}} + 9{,}1$
Внешний диаметр шины, D	$D = 2 \cdot b + d$
Координаты центра тяжести колесного трактора:	
по длине, от передней оси $x_{\text{Т}}$	$0{,}3 \cdot A$
по высоте, от уровня стояния $h_{\text{Т}}$	$1{,}75 \cdot d$
Вес рабочего оборудования, $G_{\text{о}}$	$(0{,}35\ldots0{,}45) \cdot G_{\text{Т}}$

где $B_{\text{Т}}$ – ширина кузова наиболее тяжелого автосамосвала, с которым будет работать рассчитываемый погрузчик;

$G_{\text{Т}}$ – вес базового тягача, кН;

A – расстояние между осями колес.

Нижний предел отношения объема кузова автосамосвала к вместимости ковша $V_{\text{А}} / E$ определяется прочностью автосамосвалов. Академик А.Е.Чудаков установил, что при погрузке скальных пород должно выполняться условие: $V_{\text{А}} / E \leq 2$. На зарубежных карьерах это отношение колеблется в пределах (2…9) /5/.

В курсовой работе наибольший типоразмер автосамосвала выбирается

сравнением высоты разгрузки *HP* с погрузочной высотой транспорта [2, таблицы 4.28 и 4.29].

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

БАЗОВЫЕ ТРАКТОРЫ ВТМ

Показатели	Двухосные				
	Опытный тягач «ОТ»	«Зауралец» 2×400	Мо АЗ-542	Специальное шасси	Специальное шасси
Двигатель:					
тип	У520-В	ЯМЗ-204А	ЯМЗ-238	СДМ-14НГ	А-01М
Мощность номинальная, кВт	405	265	177	55-59	99
Удельный расход топлива, г (кВ/т·ч)		265	265	252	252
Трансмиссия	Гидромеханическая				
Число ведущих мостов	2	2	2	2	2
Число передач (вперед / назад)	6/3	4/2	4/4	4/2	4/2
Скорость, км/ч: вперед	0-50	0-47	0-50	0-35	0-44
назад	0-26	0-27	0-13	0-20	0-25
Управление поворотом	Шарнирная рама	Задними колесами			Шарнирная рама
Подвеска мостов	Жесткая	Жесткая	Жесткая		
Шины	37.50-39	27.00-33	26.50-25	14.00-20	16.00-24
Наибольшее тяговое усилие по двигателю, кН	550-700	351	126	35	75
База, мм	4875	3900	3000	2150	2670
Колея, мм		2360	2400	1840	1840
Дорожный просвет, мм	530	520	300	475	400
Угол свеса (передний/задний), градус	25/25	60/27	60/27	37/37	35/35
Габариты, мм	8800×4200×4680	7980×3440×3350	6300×3150×3200	5660×2336×2700	6890×2434×3145
Радиус поворота, мм	7900	7500	7500	6300	5350
Масса тягача, кг	56000	21000	12500	4800	7100

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ОДНОКОВШОВЫЕ ФРОНТАЛЬНЫЕ ПОГРУЗЧИКИ НА ПНЕВМОКОЛЕСНОМ ХОДУ

Параметры	Типы погрузчиков					
	ТО-18 А	ТО-25	ТО-11	ТО21-1	ТО-6 (Д-561 А)	ТО-17
Тип погрузчика	Базовый трактор				Универсальный с фронтальной разгрузкой	
Модель базового трактора или шасси	Спецшасси	Т-158	К-702	Опытный Тягач	Спецшасси	Спецшасси с шарнирносочленненной рамой
Тяговый класс трактора, кН	-	30	60	250		
Грузоподъемность, кН	30	30	40	150	18,00	20,00
Вместимость основного ковша, $м^3$	1,5	1,5	2	7,5	1,0	
Высота разгрузки ковша, мм	2750	2770	3200	4500	2300	2700
Вылет кромки ковша при разгрузке, мм	1040	1268	1275	1700	1000	930
Ширина ковша, мм	2440	2572	2800	4400		
Скорость движения, км/ч:						
вперед	0-44	0-37	0-40	0-25	0-29	
назад	0-25,2	0-37	0-40	0-26	0-21,2	
Габариты, мм	8450×2800×3535	7000×2572×3335	8450×2800×3535	13595×4180×5010	5660×2336×2700	6080×2340×3025
Масса эксплуатационная, кг	9950	10000	19900	73200	7500	8500

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

КОЛЕСНЫЕ ПОГРУЗЧИКИ ТИПА «PAY» ФИРМЫ «ДРЕССЕР»

Номера моделей	Мощность на маховике, кВт	Объем ковша, $м^3$	Номинальная грузоподъемность, кг	Максимальная высота разгрузки, м	Опрокидывающая нагрузка при полном повороте, кг	Сила отрыва, кг	Рабочий вес, кг
580	820	16,8	30000	5,66	73010	878,2	126210
580*	820	15,3	27210	5,22	63912	800,2	127212
570	440	9,18	16330	4,19	44185	448,4	63326
570*	440	9,18	16330	4,7	37252	454,7	63410
570**	440	8,41	14968	5,13	33960	465,3	63637
560B	309	5,7-6,5	10205	3,74	25927	325,7	39059
560B*	309	5,35	9525	4,14	28840	341,2	39304
555	234,9	4,2-4,6	7484	3,3	17917	266,9	28708
555*	234,9	3,8	6804	3,65	15900	280,6	29530
540	152,8	2,87-3,83	5443	3,04	14750	149,6	17874
530	123	2,10-2,87	4082	2,90	10646	132	13612
520B	89,5	1,72-2,10	3400	2,81	7605	109,2	10239
515BH	78,3-85,8	1,24-1,62	2860	3,76	6516	77,4	9132
515B	78,3-85,8	1,24-1,62	2551	2,76	6071	77,4	8333
510B	59,7	1,05-1,43	2180	2,71	5147	69,9	7084

ДОПУСКАЕМЫЕ УДЕЛЬНЫЕ ДАВЛЕНИЯ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

Материал вкладышей	[*P*], МПа	Область применения
ЛКС 80-3-3	10	Ответственные механизмы при тяжелых режимах работы. Ударные нагрузки.
Бр. СЗО	30	При ударных нагрузках для валов с закаленными шейками
Бр. АЖ 9-4 Бр. АЖМЦ 66-3-1.5 ЛАЖМЦ 66-6-3-2	30	Детали при ударных нагрузках и температурах до 300°

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

НОРМЫ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПО ГОСТ 5058-65

Марки стали	Толщина проката	Механические свойства при растяжении, не менее		
		Предел прочности (временное сопротивление), кГ/мм^2	Предел текучести, кГ/мм^2	Относительное удлинение (ε_5), %
09Г2	4-20 21-32	45	31 30	21
14Г2	4-10 11-32	47	34 33	21
09Г2С	4-10 11-20 21-32 33-60	50 48 47 46	35 33 31 29	21
16ГС	4-10 11-20 21-32 33-60	50 49 48 47	33 32 30 29	21
14ХГС	4-10 11-32	50	35	22 21
15ХСНД	4-32	50	35	21
10Г2С1	4-10 11-20 21-32	52 51 50	38 36 35	21
10ХСНД	4-32 33-40	54 52	40	19

При T = -70°С ударная вязкость стали марки 10ХСНД любой толщины, а также сталей марок 10Г2С1 и 16ГС при толщине проката 4…10 мм должна быть не менее 0,3 МДж/м^2 (3,5 кГм/см^2), стали марки 09Г2С при толщине 4…10 мм – 0,35 МДж/м^2 (3,5 кГм/см^2) и при толщине более 10 мм – 0,3МДж/м^2 (3 кГм/см^2).

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ГИДРОЦИЛИНДРОВ

Расчет толщины стенки гидроцилиндра

Таблица 1

№ п/п	Параметры, размерность	Обозначения	Расчетные зависимости	Пример расчета
1	2	3	4	5
Исходные данные и расчет				
1.	Вид заготовки			Прокат, труба
2.	Материал			Ст 20
3.	Термообработка			НВ = 11…156
4.	Предел прочности (с учетом размеров заготовки), кг/мм^2	σ_B		$\sigma_B = 40$
5.	Предел текучести, кг/мм^2	σ_T		$\sigma_T = 20$
6.	Предел выносливости, кг/мм^2	σ_{-1}	$\sigma_{-1} = 0{,}47 \cdot \sigma_B$	$\sigma_{-1} = 0{,}47 \cdot 40 = 18$
7.	Запас прочности по пределу текучести	n	$n > 2$	$n = 2$
8.	Допускаемое напряжение, МПа	$\sigma_д$	$\sigma_д = \sigma_T / n$	$\sigma_д = 200 / 2 = 100$
9.	Рабочее давление, МПа	p		$p = 15$
10.	Давление слива, МПа	p_c		$p_c = 0{,}4$
11.	Диаметр цилиндра, мм (внутренний, предварительно)	D		$D = 320$
12.	Толщина стенки толстостенного (S/D>0,1) цилиндра, мм	S	$S = 0{,}5 \cdot D \cdot ((\sigma_д + 0{,}4 \cdot p)^{0{,}5} \cdot \cdot (\sigma_д \cdot 1{,}3 \cdot p)^{0{,}5} - 1)$	$S = 0{,}5 \cdot 320 \cdot ((100 + 0{,}4 \cdot 15)^{0{,}5} \cdot \cdot (100 \cdot 1{,}3 \cdot 15)^{0{,}5} - 1) = 23{,}6 \approx 25$

Расчет толщины днища цилиндра

Таблица 2

№ п/п	Параметры, размерность	Обозна-чения	Расчетные зависимости	Пример расчета
1	2	3	4	5
Исходные данные и расчет				
1.	Диаметр зацепления днища, мм	D		$D = 355$
2.	Толщина стенки цилиндра, мм	S		$S = 25$
3.	Коэффициент, зависящий от отношения S/h	S/h k	0,5 | 1,6 | 1,5 | 2 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6	$S/h = 0,5$ $k = 0,8$
4.	Расчетное давление, МПа	P	15	$P = 15$
5.	Толщина днища, мм	h	$h = 0,433 \cdot D \cdot P^{0,5} \cdot \sigma_д^{-0,5}$	$h = 0,433 \cdot 355 \cdot 15^{0,5} \cdot 100^{-0,5} = 59,5$
6.	Толщина стенки в центре днища, мм	h_1	100	$h_1 = 100$
7.	Напряжение в центре днища, МПа	σ	$\sigma = k \cdot P \cdot R^2 \cdot h_1^{-2}$	$\sigma = 0,8 \cdot 15 \cdot 355^2 \cdot 0,5^2 \cdot 100^{-2} = 37,8$

Расчет проушины и пальца

Таблица 3

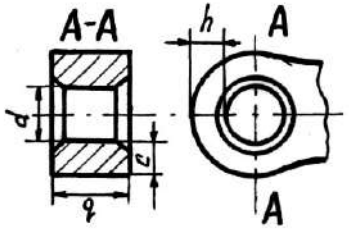
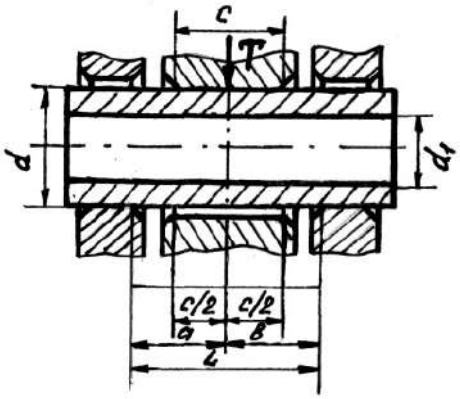
№ п/п	Параметры, размерность	Обозначения	Расчетные зависимости	Пример расчета
1	2	3	4	5
Исходные данные и расчет				
1.	Схема расчетная, 1			$h = c = 60$ мм $d_о = 180$ мм $q = 240$ мм
2.	Площадь сечения проушины, м^2	$F_П$	$F_П = 2 \cdot c \cdot q$	$F_П = 2 \cdot 0{,}060 \cdot 0{,}240 = 0{,}0288$
3.	Вид заготовки			поковка
4.	Материал			сталь 40Х
5.	Термообработка			НВ = 195…235
6.	Предел прочности, МПа	$\sigma_В$		650
7.	Предел текучести, МПа	$\sigma_Т$		450
8.	Запас прочности по пределу текучести	n		1,5
9.	Диаметр штока, мм	$d_ш$		240
10.	Усилие в штоке при втягивании, МН	$T_ш$		$T_ш = \frac{3{,}14 \cdot (320^2 - 240^2)(15 - 0{,}4)}{4 \cdot 10^6} = 0{,}514$

Таблица 3 (продолжение)

1	2	3	4	5
11.	Коэффициент концентрации напряжений	k	$k = 0{,}46 \cdot (1 + h \cdot c^{-1}) - 0{,}2 \cdot c \cdot d_o^{-1} < 1$	$k = 0{,}46 \cdot (1 + 60 \cdot 60^{-1}) - 0{,}2 \cdot 60 \cdot \cdot 180^{-1} = 0{,}853$
12.	Запас прочности проушины на разрыв	n	$n = k \cdot F_П \cdot \sigma_T \cdot T_ш^{-1}$	$n = 0{,}853 \cdot 0{,}0288 \cdot 450 \cdot 0{,}514^{-1} \approx 21$
13.	Схема расчетная, 2			$a = 125$ мм $b = 120$ мм $c = 230$ мм $L = 245$ мм
14.	Диаметры пальца (наружный и внутренний), мм	d, d_1		$d = 180$, $d_1 = 90$
15.	Момент сопротивления пальца на изгиб,м^3	W	$W = \pi \cdot d^3 \cdot 32^{-1} \cdot [1 - (d_1 \cdot d)^4]$	$W = \pi \cdot 180^3 \cdot 32^{-1} \cdot [1 - (90 \cdot 80)^4] = = 0{,}537 \cdot 10^{-3}$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебник для вузов. 2е изд., перераб. и доп.– М.: Недра, 1985.– 544 с.

2. Щадов М.И., Подэрни Р.Ю., Улицкий Е.Н. и др. Справочник механика открытых работ. Экскавационно-транспортные машины цикличного действия. Под ред. Щадова М.И., Подэрни Р.Ю.– М.: Недра, 1989.– 374 с.

3. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин.– М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979.– 576 с.

4. Гоберман Л.А., Степанян К.В., Яркин А.А., Зеленский В.С. Теория, конструкция и расчет строительных и дорожных машин: Учебник для техникумов по специальностям "Строительные машины и оборудование" и "Дорожные машины и оборудование". Под ред. Гобермана Л.А.– М.: Машиностроение, 1979.– 407 с., ил.

5. Винницкий К.Е. Управление параметрами технологических процессов на открытых разработках.– М.: Недра, 1984.– 237 с.

6. Динамический расчет рабочего оборудования шахтных погрузочно-транспортных машин. Методические рекомендации.– Свердловск: Изд. НИПИГОРМАШ, 1980.– 52 с.

7. Марутов В.А. Расчет и конструирование линейных гидродвигателей (гидроцилиндров) промышленного оборудования автоматизированного производства: Учебное пособие.– К.: УМКВО, 1991.– 116 с.

8. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. Кн. 1.Изд. 2-е, переб. и доп.– М.: Машиностроение, 1977.– 623 с.

9. Комиссаров А.П., Лагунова Ю.А., Шестаков В.С. Проектирование карьерных экскаваторов. М.: Инновационное машиностроение, 2017. – 232 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению самостоятельной работы

Б1.В.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Лагунова Ю.А., д-р техн. наук, профессор

Одобрено на заседании кафедры
Горных машин и комплексов
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Лагунова Ю. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 31.08.2022
(Дата)

Рассмотрено методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. Повторение материала лекций 4

2. Самостоятельное изучение тем 6

3. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям 9

4. Выполнение курсового проекта 9

Литература 10

ВВЕДЕНИЕ

Роль конструктора в развитии современного материального мира трудно переоценить. В машиностроении 80…85 % затрат зависят от технических решений, которые формируются в процессе конструирования и разработки технологий. Повышение эффективности конструирования является одной из основных задач современного машиностроения.

Цель самостоятельной работы: обучение студентов рациональному конструированию, то есть приобретение ими:

- умения непрерывно улучшать функциональные показатели машин, разумно сочетая новое со старым в конструкции изделия;
- навыков выбора из всего арсенала возможных конструкторских решений наиболее приемлемых для данных условий, базируясь на опыте, знаниях и убежденности в реальности предлагаемых решений.

Конструирование представляет собой одну из эмпирико-интуитивных форм творческой деятельности, плохо поддающихся изучению, формализации и алгоритмизации. Конкретные методы конструирования всегда индивидуальны, поэтому очень трудно формулировать однозначные рецепты по их применению.

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- основные принципы и закономерности в конструировании горных машин;
- этапы и стадии проектирования горных машин и оборудования;
- виды нагрузок и режимы нагружения;
- методику расчета основных параметров горных машин и оборудования;
- этапы проектирования деталей и узлов машин с помощью средств автоматизации;
- правила оформления научно-технической документации, опирающейся на ЕСКД;
- основные показатели технологичности конструкции, качественные и количественные методы оценки технологичности;
- принципы рационального конструирования горных машин;

Уметь:

- проводить эскизное и рабочее компонование, динамические и прочностные расчеты горных машин и оборудования, осуществлять обработку полученных материалов на ЭВМ;
- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД;
- оценить уровень технологичности конструкции горных машин;
- использовать принципы унификации и стандартизации при проектировании горных машин;
- выбирать основные и вспомогательные материалы деталей при проектировании в зависимости от различных критериев работоспособности;
- анализировать параметры технологических процессов в соответствии с конструктивными параметрами и функциональным назначением применяемого оборудования;

Владеть:

- навыками разработки технического задания, технического предложения, эскизного проекта, технического проекта, рабочей документации;
- навыками проектирования на основе расчетов вероятности безотказной работы деталей и узлов горных машин, с использованием средств вычислительной техники, обработки полученной информации и физической интерпретации данных;
- принципами системного проектирования;
- способами перехода от расчетной схемы к реальному объекту и наоборот;
- методиками проектных и проверочных инженерных расчетов конструкций узлов горных машин на прочность;

- навыками разработки рабочей проектной и технической документации, в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами, оформления законченных проектно-конструкторских работ.

Одним из важнейших условий самостоятельной работы студента является повторение материала лекций.

1. ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЛЕКЦИЙ

Тема 1: Введение. Общие приемы и методы конструирования.

Разработка концепции машин и устройств. Этапы и методы разработки концепции. Алгоритмические методы проектирования. Эвристические методы проектирования. Принятие решений при проектировании [1, 2].

Тема 2: Основные операции проектирования.

Композиция – декомпозиция. Объединение – Дробление. Накапливание - Расходование. Преобразование – Восстановление. Колебание – Выравнивание. Управление - Неуправление. Концентрирование. Пропускание – Изолирование. Испускание – Поглощение. Сжатие – Разрежение. Фиксирование - Расфиксирование. [1, 2].

Тема 3: Система движений. Способы и механизмы для преобразования движений.

Соединение приводов. Последовательное соединение. Независимое параллельное соединение двигателя. Управление энергетическим потоком. Различные способы и механизмы для преобразования движений. Суммирование, реверсирование, прерывание, синхронизация движений. Преобразование движений. [1, 2].

Тема 4: Использование физико-технических эффектов при решении конструкторских задач.

Центробежные силы. Инерция. Клин. Рычаг. Эксцентрик. Гидростатический эффект. Упругость. Сила тяжести. Теплопроводность материалов. Колебание. Трение. Закономерности истечения. Тепловое расширение материалов. Давление – Разрежение. Электромагнитные явления. Ферромагнитные частицы. Магнитострикция, пьезоэффект. Закон Гука. Тензометрия. Удар. Фазовое и псевдофазовое превращения. Лазер. Капилляр. Эффект струны. Эффект «память формы». Избирательный перенос при трении. Внутреннее трение. Ультразвуковое диспергирование. [1, 2].

Тема 5: Выделение главных моментов при конструировании. Метод формообразования.

Схемы движений. Компоновка горной машины. Рациональная силовая схема. Разработка технического задания на проектирование. Формулировка задачи. Разработка технических требований с ограничениями. Основные показатели. Состав требований. [1, 2].

Тема 6: Приемы и методы технического творчества. Конструирование и изобретательство. **Унификация и стандартизация.**

Роль и место изобретений в создании машин. Уровни новизны изобретений. Понятия терминов унификация и стандартизация. Уровни стандартизации и унификации и методы их оценки. Понятие о коэффициентах применяемости, повторяемости, блочности, собираемости и коэффициента охвата составных частей изделия типовыми технологическими процессами при оценке качества изделия. Вопросы унификации. Основные принципы построения параметрических рядов оборудования. [1, 2].

Тема 7: Нетрадиционные конструкторские решения. Морфологический анализ.

Обеспечение компактности конструкции. Совмещение различных функций. Выборка зазоров в кинематических цепях. Компенсация упругих деформаций деталей. Приводы перемещений узлов. Создание оригинальной конструкции. Морфологический анализ. Составление морфологической карты. Учет «мелочей» при конструировании. Учет ошибок конструирования. Метод анализа ошибок. [1, 2].

Тема 8: Метод анализа ошибок.

Явные и неявные ошибки. Ошибки функционирования. Ошибки формообразования. Кинематические ошибки. Ошибки компоновки. Конструкции механизмов, в которых не в полной мере учтены условия эксплуатации. Нерациональное восприятие нагрузок. Погрешности изготовления и сборки. Нерациональные конструкции. Недостатки оформления чертежей. [1, 2].

Тема: 9: Преобразование объектов. Варьирование носителем эффекта как средство решения конструкторской задачи.

Изменение формы. Изменение вида рабочих поверхностей. Изменение положения элементов. Преобразование структуры. Изменение связей. Преобразование в пространстве, во времени, преобразование движения и силы. Изменение материала. Использование аналогий. Использование инверсии. Совмещение функций. [1, 2].

Тема 10: Особенности функционального конструирования

Функциональная целесообразность конструкции горной машины. Варианты конструкций. Расчетно-логический анализ по основным показателям работоспособности конструкции. Прямая и многокритериальная оптимизация. Качественные критерии работоспособности конструкции. Использование личного опыта и интуиции конструктора. Компромиссы при конструировании. Надежность, технологичность конструкции. Выход из тупиковых ситуаций. «Парадоксы» конструкций. [1, 2].

Тема 11: Обеспечение преемственности конструкции.

Конструктивный ряд. Типовые конструкции и модульный принцип конструирования. Конструкционный модуль. Конструирование с использованием каталогов. Конструирование с использованием аналогов. [1, 2].

Тема 12: Рациональное конструирование горных машин.

Основные этапы создания машин. Проектирование. Конструирование. Технологическая подготовка производства. Изготовление и испытание опытных образцов. Освоение серийного производства. Показатели функционирования, надежности, эргономичности, эстетичности, технологичности, ресурсопотребления, безопасности, экологичности, конкурентоспособности. [1, 2].

Тема 13: Виды и показатели технологичности конструкции. Способы повышения компактности.

Конструирование и силовые схемы. Силы, действующие в конструкциях. Факторы, влияющие на выбор рациональной силовой схемы. Рациональное нагружение деталей. Избыточные и недостающие связи в конструкциях. [1, 2].

Тема 14: Надежность конструкции горных машин на примере экскаваторостроения.

Показатели надежности и их структура. Единичные и комплексные показатели. Отказы оборудования и их характеристика. Законы распределения наработки до отказа – экспоненциальный, Вейбулла, нормальный, гамма-закон и др. Основные зависимости, характеризующие законы распределения, применение законов к изучению нестационарных потоков отказов. Характерные признаки законов. Планы испытаний на надежность. Установление законов распределения наработки до отказа по данным выборки. Проверка согласованности теоретического и статистического распределений. Критерии согласия. Расчет надежности систем - восстанавливаемых и с плановым техническим обслуживанием. Расчет надежности в зависимости от распределения показателей прочности и нагрузки. [3, 4, 7, 8].

Тема 15: Конструктивные схемы рабочего оборудования прямых лопат. Определение рабочих размеров. Сопротивление копанию.

Расчет усилий на зубьях ковша. Динамика нагружения при стопорении ковша в забое. Влияние различных факторов на сопротивления копанию (конструкции режущей кромки, формы и состояния зубьев, угла резания и др.). [3, 4, 7, 8]

Тема 16: Кинематические особенности рабочего оборудования прямых лопат. Траектории движения ковша и краткий силовой анализ схем различных типов.

Расчет усилий на блоке ковша прямой лопаты. Динамические нагрузки в подъемных механизмах. Расчет усилий и скоростей напорного механизма. Динамика стопорных режимов напорного механизма. [3, 4, 7, 8]

Тема 17: Конструктивные схемы драглайнов. Усилия и скорости подъема и тяги.

Расчет мощности приводов. Допустимые усилия на зубьях ковша из условия устойчивости при копании. Зоны управления ковшом драглайна. Расчет усилий на зубьях ковша драглайна. Динамические нагрузки при отрыве ковша от забоя. [3, 4, 7, 8]

Тема 18: Силовое оборудование горных машин. Режимы работы приводов.

Требования к силовому оборудованию горных машин. Многомоторный привод постоянного тока по системе Г-Д. Структура и режимы управления. Типы двигателей и основные характеристики. [3, 4, 7, 8]

Тема 19: Рабочее оборудование прямых лопат. Требования к конструкции стрел, рукоятей и ковшей.

Типы рукоятей прямых лопат. Нагрузки и методы расчета рукоятей основ, типов. Типы стрел прямых лопат. Нагрузки и методы расчета стрел. Упругая схема стрелы драглайна для исследования колебаний и расчетные коэффициенты динамичности. Конструкция узлов рабочего оборудования драглайнов. Основные типы стрел. Нагрузки, действующие на стрелу. Конструкция ковшей одноковшовых экскаваторов. Характер работы, нагружение и методы расчета на прочность. [3, 4, 7, 8]

Тема 20: Ходовое оборудование одноковшовых экскаваторов.

Основные функции. Распределение давления на грунт. Мобильность и маневренность. Сравнение различных типов ходового оборудования и их применение. Компоновка приводов хода. Расчет распределения давления под опорными поверхностями. [3, 4, 7, 8]

Тема 21: Статический расчет экскаваторов.

Две основные задачи. Типы опорно-поворотных устройств. Методы определения нагрузок и методики расчета на прочность и выносливость. [3, 4, 7, 8]

Тема 22: Использование мехатронных устройств. Мехатроника.

Характерные особенности мехатронных систем. Основные признаки механической составляющей мехатронной системы. Основные функции мехатронных систем.

.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ

Тема 1: Общие приемы и методы конструирования.

Разработка концепции машин и устройств. Этапы и методы разработки концепции. Принятие решений при проектировании. Использование при конструировании элементарных физических операций [1-2].

Тема 2: Основные операции проектирования.

Композиция – декомпозиция. Объединение – Дробление. Накапливание - Расходование. Преобразование – Восстановление. Колебание – Выравнивание. Управление - Неуправление. Концентрирование. Пропускание – Изолирование. Испускание – Поглощение. Сжатие – Разрежение. Фиксирование - Расфиксирование. [1, 2].

Тема 3: Система движений. Способы и механизмы для преобразования движений.

Соединение приводов. Последовательное соединение. Независимое параллельное соединение двигателя. Управление энергетическим потоком. Различные способы и механизмы для преобразования движений. Суммирование, реверсирование, прерывание, синхронизация движений. Преобразование движений. [1, 2].

Тема 4: Использование физико-технических эффектов при решении конструкторских задач.

Центробежные силы. Инерция. Клин. Рычаг. Эксцентрик. Гидростатический эффект. Упругость. Сила тяжести. Теплопроводность материалов. Колебание. Трение. Закономерности истечения. Тепловое расширение материалов. Давление – Разрежение. Электромагнитные явления. Ферромагнитные частицы. Магнитострикция, пьезоэффект. Закон Гука. Тензометрия. Удар. Фазовое и псевдофазовое превращения. Лазер. Капилляр. Эффект струны. Эффект «память формы». Избирательный перенос при трении. Внутреннее трение. Ультразвуковое диспергирование. [1, 2].

Тема 5: Выделение главных моментов при конструировании. Метод формообразования.

Схемы движений. Компоновка горной машины. Рациональная силовая схема. Разработка технического задания на проектирование. Формулировка задачи. Разработка технических требований с ограничениями. Основные показатели. Состав требований. [1, 2].

Тема 6: Приемы и методы технического творчества. Конструирование и изобретательство. **Унификация и стандартизация.**

Роль и место изобретений в создании машин. Уровни новизны изобретений. Понятия терминов унификация и стандартизация. Уровни стандартизации и унификации и методы их оценки. Понятие о коэффициентах применяемости, повторяемости, блочности, собираемости и коэффициента охвата составных частей изделия типовыми технологическими процессами при оценке качества изделия. Вопросы унификации. Основные принципы построения параметрических рядов оборудования. [1, 2].

Тема 7: Нетрадиционные конструкторские решения. Морфологический анализ.

Обеспечение компактности конструкции. Совмещение различных функций. Выборка зазоров в кинематических цепях. Компенсация упругих деформаций деталей. Приводы перемещений узлов. Создание оригинальной конструкции. Морфологический анализ. Составление морфологической карты. Учет «мелочей» при конструировании. Учет ошибок конструирования. Метод анализа ошибок. [1, 2].

Тема 8: Метод анализа ошибок.

Явные и неявные ошибки. Ошибки функционирования. Ошибки формообразования. Кинематические ошибки. Ошибки компоновки. Конструкции механизмов, в которых не в полной мере учтены условия эксплуатации. Нерациональное восприятие нагрузок. Погрешности изготовления и сборки. Нерациональные конструкции. Недостатки оформления чертежей. [1, 2].

Тема: 9: Преобразование объектов. Варьирование носителем эффекта как средство решения конструкторской задачи.

Изменение формы. Изменение вида рабочих поверхностей. Изменение положения элементов. Преобразование структуры. Изменение связей. Преобразование в пространстве, во времени, преобразование движения и силы. Изменение материала. Использование аналогий. Использование инверсии. Совмещение функций. [1, 2].

Тема 10: Особенности функционального конструирования

Функциональная целесообразность конструкции горной машины. Варианты конструкций. Расчетно-логический анализ по основным показателям работоспособности конструкции. Прямая и многокритериальная оптимизация. Качественные критерии работоспособности конструкции. Использование личного опыта и интуиции конструктора. Компромиссы при конструировании. Надежность, технологичность конструкции. Выход из тупиковых ситуаций. «Парадоксы» конструкций. [1, 2].

Тема 11: Обеспечение преемственности конструкции.

Конструктивный ряд. Типовые конструкции и модульный принцип конструирования. Конструкционный модуль. Конструирование с использованием каталогов. Конструирование с использованием аналогов. [1, 2].

Тема 12: Рациональное конструирование горных машин.

Основные этапы создания машин. Проектирование. Конструирование. Технологическая подготовка производства. Изготовление и испытание опытных образцов. Освоение серийного производства. Показатели функционирования, надежности, эргономичности, эстетичности, технологичности, ресурсопотребления, безопасности, экологичности, конкурентоспособности. [1, 2].

Тема 13: Виды и показатели технологичности конструкции. Способы повышения компактности.

Конструирование и силовые схемы. Силы, действующие в конструкциях. Факторы, влияющие на выбор рациональной силовой схемы. Рациональное нагружение деталей. Избыточные и недостающие связи в конструкциях. [1, 2].

Тема 14: Надежность конструкции горных машин на примере экскаваторостроения.

Показатели надежности и их структура. Единичные и комплексные показатели. Отказы оборудования и их характеристика. Законы распределения наработки до отказа – экспоненциальный, Вейбулла, нормальный, гамма-закон и др. Основные зависимости, характеризующие законы распределения, применение законов к изучению нестационарных потоков отказов. Характерные признаки законов. Планы испытаний на надежность. Установление законов распределения наработки до отказа по данным выборки. Проверка согласованности теоретического и статистического распределений. Критерии согласия. Расчет надежности систем - восстанавливаемых и с плановым техническим обслуживанием. Расчет надежности в зависимости от распределения показателей прочности и нагрузки. [3, 4, 7, 8].

Тема 15: Конструктивные схемы рабочего оборудования прямых лопат. Определение рабочих размеров. Сопротивление копанию.

Расчет усилий на зубьях ковша. Динамика нагружения при стопорении ковша в забое. Влияние различных факторов на сопротивления копанию (конструкции режущей кромки, формы и состояния зубьев, угла резания и др.). [3, 4, 7, 8]

Тема 16: Кинематические особенности рабочего оборудования прямых лопат. Траектории движения ковша и краткий силовой анализ схем различных типов.

Расчет усилий на блоке ковша прямой лопаты. Динамические нагрузки в подъемных механизмах. Расчет усилий и скоростей напорного механизма. Динамика стопорных режимов напорного механизма. [3, 4, 7, 8]

Тема 17: Конструктивные схемы драглайнов. Усилия и скорости подъема и тяги.

Расчет мощности приводов. Допустимые усилия на зубьях ковша из условия устойчивости при копании. Зоны управления ковшом драглайна. Расчет усилий на зубьях ковша драглайна. Динамические нагрузки при отрыве ковша от забоя. [3, 4, 7, 8]

Тема 18: Силовое оборудование горных машин. Режимы работы приводов.

Требования к силовому оборудованию горных машин. Многомоторный привод постоянного тока по системе Г-Д. Структура и режимы управления. Типы двигателей и основные характеристики. [3, 4, 7, 8]

Тема 19: Рабочее оборудование прямых лопат. Требования к конструкции стрел, рукоятей и ковшей.

Типы рукоятей прямых лопат. Нагрузки и методы расчета рукоятей основ, типов. Типы стрел прямых лопат. Нагрузки и методы расчета стрел. Упругая схема стрелы драглайна для исследования колебаний и расчетные коэффициенты динамичности. Конструкция узлов рабочего оборудования драглайнов. Основные типы стрел. Нагрузки, действующие на стрелу. Конструкция ковшей одноковшовых экскаваторов. Характер работы, нагружение и методы расчета на прочность. [3, 4, 7, 8]

Тема 20: Ходовое оборудование одноковшовых экскаваторов.

Основные функции. Распределение давления на грунт. Мобильность и маневренность. Сравнение различных типов ходового оборудования и их применение. Компоновка приводов хода. Расчет распределения давления под опорными поверхностями. [3, 4, 7, 8]

Тема 21: Статический расчет экскаваторов.

Две основные задачи. Типы опорно-поворотных устройств. Методы определения нагрузок и методики расчета на прочность и выносливость. [3, 4, 7, 8]

Тема 22: Использование мехатронных устройств. Мехатроника.

Характерные особенности мехатронных систем. Основные признаки механической составляющей мехатронной системы. Основные функции мехатронных систем [5, 6].

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ

Подготовка к практическим занятиям должна вестись непрерывно по всем вышеперечисленным темам.

Примеры практико-ориентированных заданий приведены ниже.

Задача 1.Определите осевое и радиальное усилия, действующие на вал, если известны: момент двигателя 12,6 кН.м, делительный диаметр шестерни 212 мм, и угол профиля зуба 20 град

Задача 2. Рассчитать основные параметры карьерного экскаватора ЭКГ-5 при зубчато-реечном напорном механизме.

Задача 3. Провести функциональное преобразование деталей по предложенным чертежам.

Задача 4. Составить морфологическую карту конструкции привода карьерного экскаватора.

Задача 5. Провести анализ формообразования конструкции поворотного механизма шагающего драглайна.

Задача 6. Провести анализ компоновки конструкции бурового станка.

Задача 7. При проектировании привода хода карьерного экскаватора воспользоваться модульным принципом конструирования.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект выполняется студентами после изучения дисциплин «Теоретическая механика», «Теория машин и механизмов», «Сопротивление материалов», «Детали машин», «Оптимизация параметров горных машин». Объединение знаний, полученных при изучении указанных дисциплин, достигается комплексным характером задачи, в которой осуществляется предварительный выбор параметров машины, кинематический анализ рабочего оборудования, статический и динамический расчеты погрузчика, расчет усилий в основных элементах и оценка их прочности.

Темой курсового проекта может быть проектирование и разработка конструкции рабочего оборудования погрузчика заданной грузоподъемности для определенных условий его работы (грунт, вид транспорта и расстояние транспортирования).

Задание на курсовое проектирование разрабатывается руководителем проекта и содержит следующие разделы.

Тема работы с указанием отличительных конструктивных признаков проектируемого узла

Источники для обоснования выбора конструктивной схемы рабочего оборудова-

ния: монографии, патенты, рекламные проспекты, статьи и другие материалы

Предварительное определение содержания пояснительной записки: горная технология, обоснование и выбор параметров, проектные расчеты, отработка технологичности проектируемого узла

Графическая часть проекта: объем и содержание разрабатываемых чертежей

ЛИТЕРАТУРА

1. Крайнев А.Ф. Идеалогия конструирования. М.: Машиностроение-1, 2003. - 384 с.
2. Орлов П.И. Основы конструирования: справ.-метод. пособие в 2 кн. – 3-е изд., испр. М.: Машиностроение,1988.
3. Подэрни Р.Ю. Механическое оборудование карьеров: Учебник для вузов. – 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство «Майнинг Медиа Групп», 2011. - 640 с.
4. Лагунова Ю.А., Бочков В.С. Экскаваторы-драглайны: Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 120 с.
5. Лагунова Ю. А., Комиссаров А.П., Шестаков В.С. и др. Машиностроение. Энциклопедия. М.: Машиностроение. Горные машины. Т. IV-24, 2011. 496 с.
6. Горное оборудование Уралмашзавода / Коллектив авторов. Ответств. Редактор-составитель Г.Х. Бойко. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2003. – 240 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практической и контрольной работы

по дисциплине

Б1.В.02 МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Новикова Н. А., ст. преподаватель

Одобрены на заседании кафедры
Эксплуатации горного оборудования
(название кафедры)
Зав. кафедрой
(подпись)
Симисинов Д. И.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 12.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача №1. Расчет и выбор посадки с зазором

По заданным условиям работы подшипника скольжения рассчитать и выбрать стандартную посадку из ГОСТ25347-82, подобрать измерительное средство по следующим данным

Вариант	D, мм	L, мм	R, н	n об/мин.	Масло	t^oр
I	100	90	9000	1250	ИГП - 38	60
2	120	НО	6000	1800	И – 30А	60
3	140	100	18800	3000	ИГП - 72	60
4	120	85	10000	1200	ИГП - 49	60
5	170	150	18000	1250	И – 20А	50
6	40	60	17900	1950	И – 40А	50
7	32	50	8000	1600	И – 50А	65
8	70	60	17500	1950	И – 40А	50
9	92	85	12500	2500	И – 30А	60
10	50	45	4500	1250	И – 40А	60
11	50	50	7200	1500	И – 50А	65
12	180	160	18600	1250	И – 25А	50
13	125	65	13000	1450	ИГП - 49	60
14	150	120	25000	2250	И – 40А	70
15	130	150	15000	860	И – 30А	65
16	85	80	4800	2000	ИГП - 49	70
17	130	120	7000	1850	И – 25А	60
18	80	70	15000	1500	ИГП - 38	65
19	45	45	7200	2500	ИГП - 49	65
20	82	150	9500	'960	ИГП - 72	60
21	32	52	2500	3000	ИГП - 18	50
22	165	125	12000	1250	ИГП - 49	60
23	130	70	18000	2500	ИГП - 72	65
24	180	120	12000	1860	И – 50А	60
25	65	80	8500	2800	И – 40А	50

Задача №2 расчет и выбор посадки с натягом

По данным нагрузкам и размерам соединяемых деталей рассчитать и выбрать стандартную посадку с гарантированным натягом

Номер варианта	D, мм	d_1, мм	d_2, мм	l ,мм	$M_к$, Н.м	P_0, Н	материал	
							вала	корпуса
1.	35	30	50	35	12	500	Бронза-6-6-3	Сталь 20
2.	220	70	230	200	460	0	Сталь 30	Сталь 20
3.	100	90	130	100	0	6000	Сталь 20	Сталь 30
4.	40	20	60	60	320	0	Сталь 30	СЧ 21-40
5.	50	40	70	80	350	0	Сталь 20	Сталь 35

6.	110	100	130	120	200	1000	Сталь 30	Сталь 08
7.	120	100	140	130	400	0	Сталь 08	Сталь 30
8.	30	0	40	50	120	0	Сталь 40	Сталь 45
9.	180	170	210	180	300	700	Сталь 20	Сталь 35
10.	115	100	130	90	200	0	Сталь 08	Сталь 20
11.	95	80	110	100	700	1000	Сталь 20	Сталь 35
12.	140	130	180	120	460	0	Сталь 08	Сталь 30
13.	40	20	60	60	100	0	Сталь 35	Сталь 35
14.	200	100	220	110	0	1500	Бронз 6-6-3	Сталь 30
15.	130	120	150	140	270	0	Сталь 20	Сталь 30
16.	60	0	70	70	420	0'	Сталь-45	Сталь 30
17.	200	100	220	300	450	600	Сталь 20	Сталь 30
18.	60	50	100	60	0	2000	Сталь 20	Сталь 30
19.	100	90	120	60	320	0	СЧ 21	Сталь 20
20.	130	120	160	150	350	0	Сталь 20	Сталь 45
21.	60	50	100	60	150	0	Сталь 20	Сталь 30
22.	75	60	100	80	250	0	Сталь 08	СЧ 21-40
23.	90	0	100	140	900	0	Сталь 30	Сталь 40
24.	150	140	170	150	960	0	Сталь 20	Сталь 30
25.	170	150	180	250	280	1000	Сталь 30	Сталь 20

Задача №3 Выбор посадок для подшипников качения

Номер вари-анта	Номер под-шипника	Класс	Рад. нагр. F, Н	Осев. нагр. F_a, Н	Характеристики нагрузки	Что вращает-ся	D/D_k или d/a
1	80310	6	12000	0	С ударами	Корпус	0,4
2	7515	5	10000	0	Умеренная	Вал	0,4
3	60310	0	3800	0	С ударами	Вал	0,6
4	60306	4	5000	0	Умеренная	Корпуса	0,5
5	80312	6	4600	0	С ударами	Корпус	0,5
6	7220	5	20000	1000	С ударами	Вал	0,3
7	7214	4	13500	2000	Умеренная	Вал	0,7
8	46116	0	9500	1000	С ударами	Корпус	0,6
9	46114	6	14500	1500	Умеренная	Корпус	0,4
10	60306	5	10000	0	С ударами	Вал	0,3
11	80214	4	12000	0	С ударами	Корпус	0,5
12	7520	0	9600	1000	Умеренная	Вал	0,6
13	7314	6	3400	1800	С ударами	Корпус	0,7
14	46310	5	5750	500	Умеренная	Вал	0,6
15	3617	4	17000	150	С ударами	Корпус	0,8
16	7310	0	9500	500	Умеренная	Вал	0,5
17	7208	6	6500	200	С ударами	Вал	0,4
18	36206	5	3800	250	С ударами	Корпус	0,5
19	36307	4	5900	500	Умеренная	корпус	0,5
20	7515	5	8500	600	С ударами	Вал	0,4
21	60305	6	7500	0	С ударами	корпус	0,6
22	3618	0	12000	1200	Умеренная	Вал	0,5
23	46310	6	9600	400	С ударами	Вал	0,6
24	34209	5	7500	900	Умеренная	Корпус	0,4
25	7218	4	21600	1000	Умеренная	Корпус	0,6

Задача №4 Определение элементов зубчатых колес

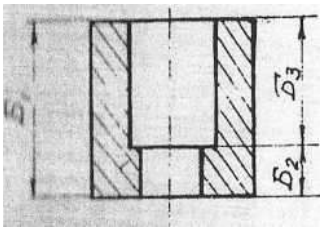
Номер вар.	Z	m	Степень точности	Номер вар.	Z	m	Степень точности
	36	2.5	6-7-7-С	36	25	6,0	8-В
2	28	3,0	7-6-6-В	37	28	4	7-6-6-В
3	30	3,5	8-В	38	30	5	8-7-7-Ва
4	40	4,0	8-7-7-Ва-	39	32	4,5	8-В
5	29	4,0	7-6-6 -В	40	46	3.5	7-6-6-А
6	32	5,0	7-В	41	62	2.0	6-7-7-Д
7	56	3,0	6-7-7-Д	42	50	2.5	7-С
8	45	2,0	5-6-6-Д	43	52	3,5	8-7-7-Ва
9	42	2,5	7-6-6-С	44	94	4.0	8-В
10	25	3.0	8-7-7-Ва	45	50	3.0	6-7-7-С
11	28	3,5	8-В а	45	95	6,0	7-С
12	50	4,0	7-А	47	59	2.0	7-8-8-Д
13	36	3,5	8-В	49	60	3.5	7-А
14	62	5,0	7-6-6-Ва	49	62	4.0	8-С
15	46	3,0	8-В	50	64	6.0	7-А
16	45	4,0	8-7-7-С	51	65	4.0	7-С
17	38	3,0	8-7-7-В	52	66	3.5	7-6-6-С
18	40	2,5	6-7-7-Д	53	68	3.0	7-А
19	35	2,0	6-7-7-С	54	60	5,0	8-В
20	22	4,0	8-В	55	42	4,0	7-6-6-В
21	34	3.5	7-6-6-Ва	56	40	3.5	8-В
22	32	4,0	8-В а	57	24	6.0	7-С
23	60	5,0	7-В	58	28	5.0	8-В
24	62	4,0	8-7-7-В а	59	29	4.0	7-С
25	58	2,0	8-А	60	30	4.5	8-А

Задача №5 Расчет размерных цепей

Задача № 2

Конструктор задал размеры $Б_1$ и $Б_2$, технологу удобнее обрабатывать в последовательности $Б_1 :: Б_3$. Определить исполнительный размер $Б_3$ из условия, чтобы после обработки детали размеры $Б_1$ и $Б_2$ соответствовали заданным конструктором.

Номер вар.	$Б_1$	$Б_2$	Номер вар.	$Б_1$	$Б_2$
1	100 d 8	20 js 11	14	115 d 8	25 js 12
2	95 e 9	15 В 12	15	120 e 7	20 d 11
3	120 f 8	30 c 11	16	100 h 6	25 l 12
4	145 d 8	35 l 11	17	145 js 6	30 a 11
5	85 h 7	15 В 12	18	150 d 8	25 js 11
6	125 h 6	25 d 10	19	155 f 7	35 l 12
7	130 f 7	30 d 11	20	160 e 8	40 l 12
8	135 d 8	35 js 12	21	165 d 8	35 l 11
9	110 h 7	20 js 11	22	170 e 9	40 js 12
10	150 f 7	30 a 11	23	175 f 8	25 a 11
11	140 в 7	30 в 11	24	180 e 7	40 в 11
12	120 в11	20 а12	25	140 e 9	30 а8
13	180 с10	30 а 9			



ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Для размера 40 мм заданы следующие отклонения, мкм

ES=89, EI=50. Записать размер с заданными отклонениями, вычислить допуск и найти предельные размеры.

2. Для партии штифтов диаметром 40 мм установлены предельные размеры: d_{max}=40,009, d_{min}=39,984 мм. В партии попались штифты, имеющие размеры d_{r1}=40,012, d_{r2}=39,995 мм. Определить годность этих штифтов путем сравнения действительных размеров и отклонений с предельными размерами и отклонениями.

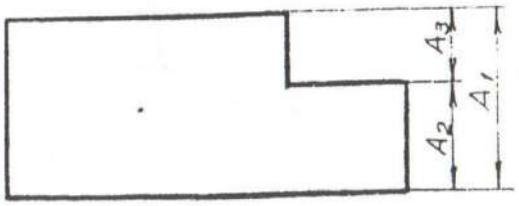
3. Дать заключение о годности зубчатого колеса Z=40, m=4, 8-7-7-С ГОСТ 1643-81, если при измерении постоянной хорды получено S_c=5,32мм. Номинальный размер хорды S_c=5,548мм.

4. Подобрать стандартную посадку с зазором для следующих условий: D=110 мм ,S_{min}=0,11 мм , S_{max}=0,42 мм. Построить схему полей допусков

5. Что обозначает запись D –8 х 36 х 40 H8/h7 х 7F10/h9. Сделать эскиз и проставить размеры

6. Рассчитать размерную цепь

A1=200 d8 , A2=110, A3=90B12, последовательность обработки A1 и A2. Определить исполнительный размер A2



7. Определить тепловую погрешность измерения детали длиной 50 мм штангенциркулем. Коэффициент линейного расширения материала детали α_1=17,1·10^{-6} , штангенциркуля α_2=12·10$^{-6.}$ Температура детали t_1=50^{O}C, штангенциркуля t_2=30^{O}C

8. Определить исполнительный размер постоянной хорды зубчатого колеса , имеющего z=60, m=4, 7-6-6-Ba S_c=5,548

9. Подобрать стандартную посадку с натягом в системе вала для следующих условий: D=160 мм ,N_{min}=0,03 мм , N_{max}=0,14 мм. Построить схему полей допусков. Определить допуск посадки

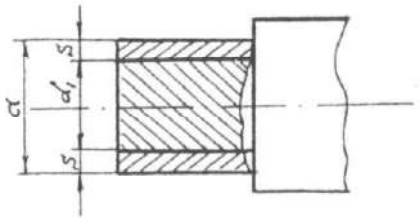
10. Подобрать стандартную посадку с зазором если D=120 мм, S_{max}=0,21 мм, S_{min}=0,045 мм.

11. При взвешивании массы груза весы показывают 50,7 кг. Среднее квадратическое отклонение показаний σ_m=0,5 кг. Погрешность градуировки весов Δ_s=+0,3кг. Определить доверительные границы для истинного значения массы с вероятностью P =0,95 (t_p=1,960) .

12. Определить допустимые размеры смещения исходного контура зубчатого колеса Z=35, m=3,5 8-7-7-B ГОСТ 1643-81

13. Определить размер вала d_1 до нанесения слоя хрома S=0$^{+0,020}_{+0,016}$ на сторону, если после покрытия вал должен иметь размер d=100k6

Построить размерную цепь.



14. Определить исполнительный размер длины общей нормали зубчатого колеса. Z=42, m=4, 8-7-7-Ba, если номинальный размер равен W=43.683 мм.

15. По ГОСТ 25346-82 определить числовые отклонения для сопряжения Ø 80R9/u8 и установить характер посадки. Начертить схему полей допусков

16. Электрическая мощность *P* определяется по результатам измерений падения напряжений *U*=240 ± 3 В и силы тока *I*=5 ± 0,1А. *P=UI.* Определить предельные границы истинного значения мощности .

17**.** Что обозначает запись d –6 x 28H7/e8 x 32 H12/a11 x 7D9/f8. Сделать эскиз и проставить размеры

18. При многократном измерении длины *L* получены значения в мм: 91; 90; 95; 90; 93; 91; 94. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью P=0,99 (t_p=3,707)

19. Заменить посадки Ø20H7/g6, ØH7/k6, Ø20H7/s6 аналогичными посадками в системе вала. Привести их условное обозначение, рассчитать основные параметры и начертить схемы полей допусков для полученных посадок

20.Дано $Ø32^{+0.062}$; Ø60 ± 0,23; $Ø32_{-0,062}$. Определить номинальные и предельные размеры, предельные отклонения и допуски.

21.При выборе средства измерений для контроля фасованной продукции массой (0,5±0,02) кг определить предел допускаемой погрешности измерения

22. Определить предел допускаемой погрешности для измерения напряжения в сети U=240В ± 16В

23. Дано D= 200 мм, посадка в системе отверстия TD=Td, ТП=144, S_{min}=240. Определить неизвестные параметры соединения и начертить упрощенную схему расположения полей допусков.

24. Дано D= 200 мм, посадка в системе отверстия TD=ES=46,es=0, ТП=75. Определить неизвестные параметры соединения и начертить упрощенную схему расположения полей допусков.

25. Дано D= 200 мм, посадка в системе отверстия. Td=46, es=77, ТП=118. Определить неизвестные параметры соединения и начертить упрощенную схему расположения полей допусков.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМК
_____ Упоров С. А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ, КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Б1.В.03 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Эксплуатации горного оборудования	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Симисинов Д. И.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ 3
19. Опишите технологию производства гнутых профилей. 7
1.3. Волочение 7
1.4. Ковка 10
2. СВАРКА 15
2.1. Ручная сварка покрытыми электродами 19
3. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ 29
4. ЛИТЬЕ
5. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

1.1. Общая характеристика способа

Обработка металлов давлением - один из прогрессивных способов получения заготовок и деталей сложной конфигурации. При этом методе повышается коэффициент использования металла, уменьшаются отходы, улучшаются свойства металла, под влиянием приложенных внешних сил происходит изменение формы заготовок без нарушения их сплошности.

Основной задачей всех видов обработки давлением является придание металлу желаемой формы посредством процесса пластической деформации. В результате пластической деформации изменяются не только форма и размеры заготовки, но и структура и свойства исходного металла.

При обработке металлов давлением в заготовке под действием внешних сил возникают напряжения. Если они невелики, происходит упругая деформация, при которой атомы металла смещаются от положений устойчивого равновесия на очень малые расстояния, не превышающие межатомные. После снятия нагрузки атомы вследствие межатомного взаимодействия возвращаются в исходные положения устойчивого равновесия. Форма тела полностью восстанавливается и никаких остаточных изменений в металле не происходит. С увеличением внешней нагрузки напряжения в заготовке растут, что ведет к смещению атомов от положений устойчивого равновесия на расстояния, значительно превышающие межатомные. После снятия нагрузки атомы занимают новые места устойчивого равновесия, поэтому форма тела не восстанавливается. Такое необратимое изменение формы тела называется **пластической деформацией.** Способность металла подвергаться пластической деформации называется **пластичностью**.

Характер пластической деформации зависит от соотношения процессов упрочнения и разупрочнения. Принято различать виды деформации и, соответственно, виды обработки давлением.

Горячая деформация – деформация, после которой металл не получает упрочнения. Рекристаллизация успевает пройти полностью, новые равноосные зерна полностью заменяют деформированные зер-

на, искажения кристаллической решетки отсутствуют. Деформация имеет место при температурах выше температуры начала рекристаллизации.

Неполная горячая деформация характеризуется незавершенностью процесса рекристаллизации, которая не успевает закончиться, так как скорость ее недостаточна по сравнению со скоростью деформации. Часть зерен остается деформированными и металл упрочняется. Возникают значительные остаточные напряжения, которые могут привести к разрушению. Такая деформация наиболее вероятна при температуре, незначительно превышающей температуру начала рекристаллизации. Ее следует избегать при обработке давлением.

При *неполной холодной деформации* рекристаллизация не происходит, но протекают процессы возврата. Температура деформации несколько выше температуры возврата, а скорость деформации меньше скорости возврата. Остаточные напряжения в значительной мере снимаются, интенсивность упрочнения снижается.

При *холодной деформации* разупрочняющие процессы не происходят. Температура холодной деформации ниже температуры начала возврата.

Холодная и горячая деформации не связаны с деформацией с нагревом или без нагрева, а зависят только от протекания процессов упрочнения и разупрочнения. Поэтому, например, деформация свинца, олова, кадмия и некоторых других металлов при комнатной температуре является с этой точки зрения горячей деформацией.

Основными схемами деформирования объемной заготовки, применяемые в промышленности являются:

– сжатие между плоскостями инструмента – ковка;
– ротационное обжатие вращающимися валками – прокатка;
– затекание металла в полость инструмента – штамповка;
– выдавливание металла из полости инструмента – прессование;
– вытягивание металла из полости инструмента – волочение.

1.2. Методические указания

Изучая обработку металлов давлением, следует обратить внимание на различие между упругой и пластической видами деформации.

Основным видом обработки материалов давлением является прокатка. Рассматривая процесс прокатки, следует изучить схему и сущность процесса: как происходить захват металла валками и какие

виды деформации различают при прокатке. При изучении технологии изготовления отдельных видов проката надо обратить внимание на последовательность операций выполняемых отдельными машинами и механизмами.

Необходимо усвоить понятия горячей и холодной обработки давлением, явления, которыми они охарактеризуются: наклеп и рекристаллизация. Для обеспечения равномерного прогрева заготовки по высоте и сечению нужно правильно выбрать режим нагрева.

Путем прессования, в отличие от проката, когда используются пластичные материалы, при деформации сплавов пониженной пластичности, можно получать сложные по форме и точные по размеру профили. При изучении прессования необходимо запомнить, что этот способ применяют для обработки давлением труднодеформируемых сталей и сплавов цветных металлов.

Прессование производят на прессах. Изготовление изделий малых сечений методами проката и прессования обычно энергетически нецелесообразно.

Для производства проволоки, прутков, фасонных профилей и труб малого сечения более рационально использовать процесс ***волочения*** материалов. Необходимо понять сущность процесса волочения при получении прутков, фасонных профилей и труб, а также изучить устройство инструмента (волоки) и оборудования (волочильные станы). Технологические операции волочения проводят после предварительной подготовки металлических заготовок: применяют различные виды смазки в зависимости от обрабатываемого металла и его назначения. Волочение проводят обычно в холодном состоянии, что приводит к появлению в металле наклепа. Для снятия наклепа на некоторых этапах волочения применяют промежуточный или так называемый межоперационный отжиг.

Крупные изделия сложной формы изготавливают методом ковки. Рассматривая технологию свободной ковки, обратите внимание на необходимость учета припусков, допусков и напусков, их размеров и назначения изделий.

При знакомстве с горячей и холодной объемной штамповкой изучите два способа: в открытых и закрытых штампах. Затем следует рассмотреть устройство и принцип работы штамповочных молотов и прессов.

При рассмотрении технологии листовой штамповки следует различать штампы простого, последовательного и совмещенного дей-

ствия, механизмы подачи и перемещения листового материала, удаления изделий и отходов. Обратите внимание на новые и специальные методы листовой штамповки, их преимущества и недостатки, перспективы развития.

Вопросы для самопроверки:

1. На чем основана обработка металлов давлением? Опишите сущность обработки металлов давлением.
2. В чем заключается преимущество обработки металлов давлением по сравнению с обработкой резанием?
3. Как влияет обработка давлением на структуру и свойства металла?
4. Как изменяется микроструктура металла после обработки давлением? Какие нагревательные устройства применяются перед обработкой металла давлением? Опишите их устройство и назначение.
5. Объясните сущность процесса прокатки. Рассмотрите основные виды прокатки.
6. Опишите технологию производства сортовых профилей.
7. Опишите технологию производства листового проката.
8. Опишите технологию производства бесшовных труб.
9. Опишите технологию производства сварных труб.
10. Опишите технологию производства специальных видов проката.
11. Опишите основные операции ковки и применяемый инструмент. Приведите эскизы.
12. Какое оборудование применяется для ковки? Рассмотрите последовательность операций процесса ковки. Опишите их содержание и назначение.
13. В чем заключается сущность процесса горячей объемной штамповки? Приведите схемы штамповки в открытых и закрытых штампах.
14. Какое применяется оборудование для горячей объемной штамповки?
15. Дайте описание технологии холодной штамповки. Ответ иллюстрируйте схемами выдавливания.
16. Рассмотрите технологический процесс прессования (выдавливания) труб.

17. Что такое волочение? Сущность процесса волочения проволоки, применяемое оборудование и порядок выполнения технологических операций.

18. Дайте описание технологического процесса волочения труб, применяемого при этом оборудования и инструментов.

19. Опишите технологию производства гнутых профилей.

Работа №1. Волочение

Краткие теоретические сведения

Волочение это процесс обработки давлением, при котором пластическая деформация заготовки в холодном состоянии осуществляется за счет ее протягивания через постепенно сужающееся отверстие в инструменте, называемом волокой или фильерой. Конфигурация отверстия инструмента определяет форму получаемого профиля изделия.

Схемы волочения прутка и трубы и примеры профилей представлены на рис. 1.1. Волочение труб можно производить без оправки и на оправке, если требуется уменьшить наружный диаметр и толщину стенки.

В связи с тем, что величина деформации за один проход ограничена, то величина вытяжки не должна превышать 1,05 ... 1,5.

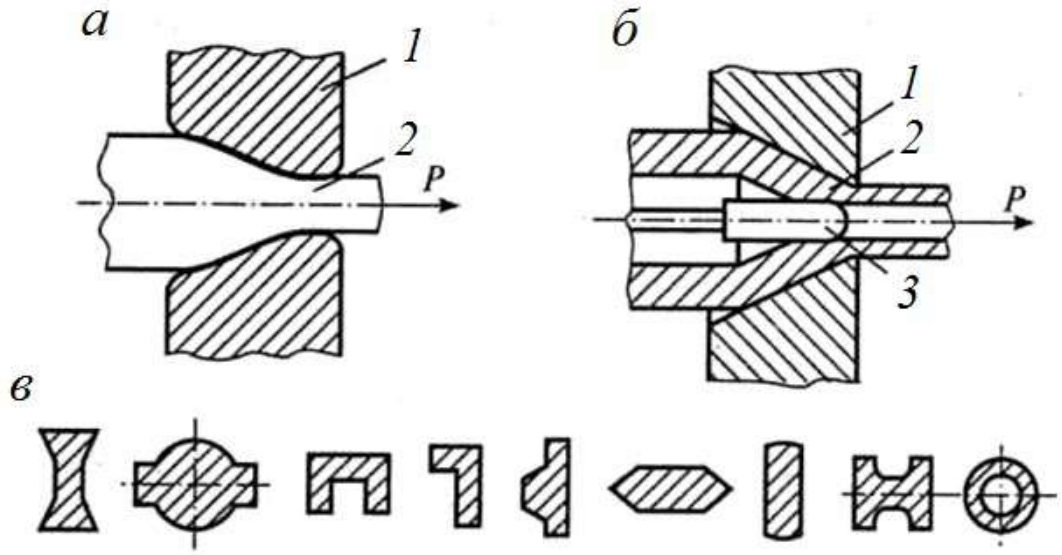


Рис. 1.2. Схемы волочения прутка (*а*), трубы (*б*) и примеры профилей, получаемых волочением (*в*):
1 – фильера; *2* – заготовка; *3* – оправка

Если суммарная деформация металла превышает предельную пластичность (сужение) металла, то необходимо проведение промежуточного рекристаллизационного отжига заготовки перед следующим волочением для устранения пластической деформации и восстановления пластичности металла заготовки. При необходимости отжиг проводится несколько раз.

Истинная деформация, в отличие от относительной деформации, отражает смысл процесса деформирования. При больших деформациях (> 60 %) значения истинной и условной деформаций существенно различаются (истинное удлинение меньше относительного).

Относительное сужение

$$\psi = \frac{S_0 - S_к}{S_к}.$$

Истинное сужение заготовки

$$\varphi = \ln \frac{S_0}{S_к}.$$

Истинная и относительная деформация металла заготовки связаны между собой соотношением

$$e = \ln\left(\frac{1}{1 - \psi}\right).$$

Общая вытяжка заготовки за весь цикл обработки составляет

$$\mu_{общ} = \left(\frac{d_0}{d_к}\right)^2.$$

Общее истинное сужение заготовки

$$\Psi_{общ} = \psi_1 + \psi_2 + \ldots + \psi_i + \ldots + \psi_n = \sum_{i=0}^{n} \psi_i.$$

Диаметр проволоки после одного прохода

$$d_{п1} = d_0 z = d_0 \sqrt{\frac{1}{\mu_1}}$$

Количество проходов для достижения предельной величины истинной деформации

$$n = \frac{\ln \frac{d_к}{d_0}}{\ln z}.$$

где d_0; $d_к$ – начальный и конечный диаметр прутка, мм;

φ – относительная деформация (сужение) заготовки;

n – число проходов;

ψ_i – относительное сужение металла заготовки за i-проход;
μ_i – вытяжка заготовки за i-проход;
S_0 и $S_к$ – начальная и конечная площадь основания заготовки, мм^2.

Задача № 1

Определить количество проходов n заготовки, необходимых для получения волочением прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Допустимая вытяжка за проход для материала заготовки составляет μ_i. Определить вытяжку за последний проход, чтобы выдержать заданный диаметр готового изделия $d_к$.

Варианты исходных данных к задаче № 1

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i
1	10	3,0	1,2	11	14	5,0	1,2
2	10	2,5	1,4	12	14	4,0	1,4
3	10	1,0	1,4	13	14	3,0	1,4
4	16	4,0	1,25	14	15	5,0	1,25
5	16	3,0	1,45	15	15	4,0	1,45
6	16	2,0	1,45	16	15	3,0	1,45
7	18	4,0	1,15	17	17	6,0	1,15
8	18	3,0	1,2	18	17	5,0	1,2
9	18	2,0	1,2	19	17	4,0	1,2
10	20	5,0	1,2	20	20	6,0	1,2

Задача № 2

Обосновать необходимость промежуточного отжига заготовки при волочении прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Определить расчетом, после какого прохода необходим рекристаллизационный отжиг, если предельная пластичность (сужение) металла составляет ψ (%), а допустимая вытяжка металла за проход - μ_i. Определить также количество отжигов за полный цикл обработки.

Варианты исходных данных к задаче №2

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	ψ	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	ψ
1	12	3,0	1,25	50	11	14	5,0	1,2	50
2	12	2,5	1,3	55	12	14	4,0	1,4	55
3	12	1,5	1,2	60	13	14	3,0	1,4	60

4	14	4,0	1,4	50	14	15	5,0	1,25	50
5	14	3,0	1,35	55	15	15	4,0	1,45	55
6	14	3,0	1,2	60	16	15	3,0	1,45	60
7	16	4,0	1,4	50	17	17	6,0	1,15	50
8	16	5,0	1,35	55	18	17	5,0	1,2	55
9	16	4,0	1,25	60	19	17	4,0	1,2	60
10	18	3,0	1,15	50	20	20	6,0	1,2	50

Задача № 3

Определить необходимое число проходов n и диаметр d_{in} (мм) волоки на отдельных проходах при волочении прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Допустимая вытяжка металла заготовки за проход составляет μ_i.

Варианты исходных данных к задаче №3

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i
1	16	14	1,25	11	15	13	1,25
2	16	12	1,30	12	15	12	1,30
3	16	13	1,20	13	15	11	1,20
4	18	15	1,25	14	17	15	1,25
5	18	14	1,30	15	17	14	1,30
6	18	16	1,20	16	17	13	1,20
7	20	17	1,25	17	19	17	1,25
8	20	16	1,30	18	19	16	1,30
9	10	6,5	1,25	19	9	15	1,25
10	22	20	1,15	20	20	18	1,15

Работа №2. Ковка

Краткие теоретические сведения

Ковка – один из способов обработки металлов давлением, при котором инструмент оказывает многократное воздействие на нагретую заготовку, в результате чего она, деформируясь, постепенно приобретает заданную форму и размеры. Различают ковку ручную и машинную, осуществляемую с помощью молотов и прессов.

К основным операциям машинной ковки относятся осадка, протяжка, прошивка, гибка, сварка, скручивание, отрубка и раскатка (рис. 1.3).

Осадка – уменьшение высоты заготовки при увеличении площади ее поперечного сечения. Осадку производят бойками или осадочными плитами. Заготовки, у которых отношение высоты к диаметру более 2,5, осаживать не рекомендуется во избежание возможного продольного искривления. Осадка части заготовки называется **высадкой**. Операции машинной ковки выполняют на различных типах молотов и гидравлических прессах.

Относительная деформации в направлении осадки

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_1},$$

где h_0 – высота образца до осадки; h_1 – высота образца после осадки.

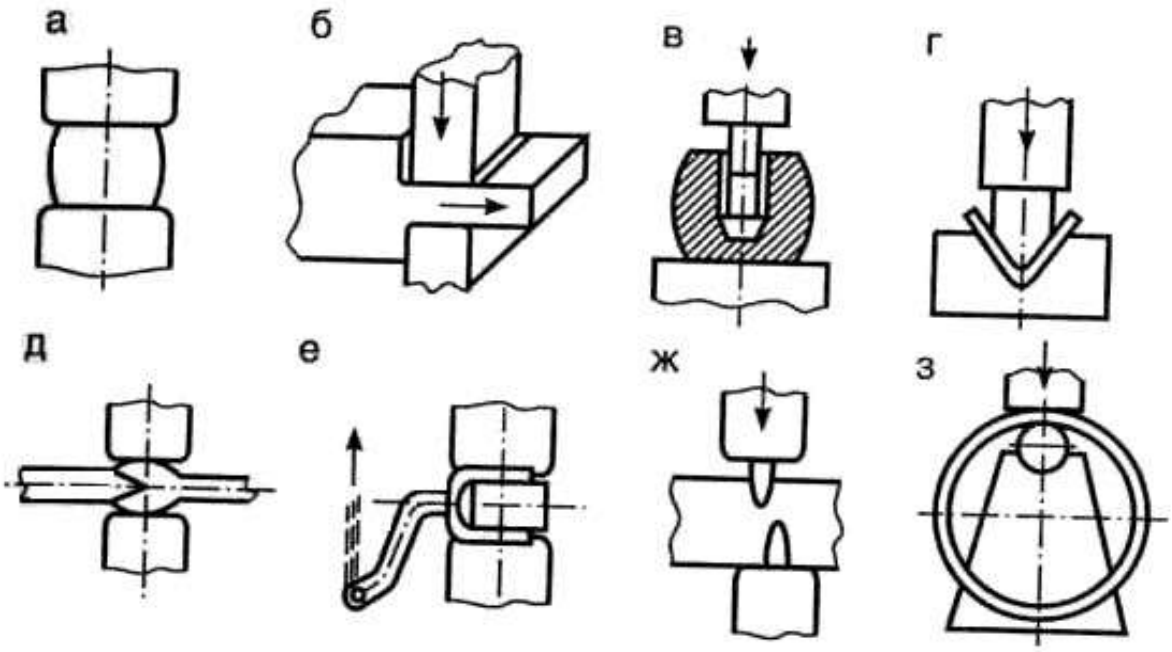


Рис. 1.3. Схема основных операций машинной ковки:
а – осадка; *б* – протяжка; *в* – прошивка; *г* – гибка; *д* – сварка;
е – скручивание; *ж* – отрубка; *з* – раскатка

Удельное усилие при осадке заготовок цилиндрической формы может быть определено по формуле

$$P = \sigma_т \left(1 + \frac{f \cdot d_1}{4h_1}\right),$$

где $\sigma_т$ – предел текучести металла при температуре деформации; f – коэффициент трения между заготовкой и инструментом (0,3 - 0,5); h_1 – высота заготовки после осадки; d_1 – диаметр заготовки после осадки.

Сила деформирования при осадке

$$P_д = P \cdot W \cdot \psi_м \cdot S, \text{ (Н)},$$

где W – скоростной коэффициент при осадке (W = 1 при осадке прессом, S – площадь заготовки при осадке; W = 2,5 при осадке молотом); $\psi_м$ – масштабный коэффициент (табл.1).

Работа деформации

$$A_д = W\psi_м PV\ln\frac{h_0}{h_1}, \text{ (Дж)},$$

где V – объем заготовки, м^3.

Энергия одного удара молота

$$E = mgH\eta, \text{ (Дж)},$$

где m – масса молота, кг;

H – высота падения молота, м;

g – ускорение свободного падения 9,8 м/с^2;

η – коэффициент полезного действия, 0,85.

Средний диаметр осаженной поковки

$$d_1 = d_о\sqrt{(h_о / h_1)}, \text{ мм}.$$

Число ударов молота

$$n = \frac{A_д}{E} .$$

Объем осаживаемой заготовки

$$V_0 = \frac{\pi d_0^2 h_0}{4}.$$

Поскольку объем заготовки не изменяется, то диаметр заготовки после осадки

$$d_1 = \sqrt{\frac{4V_0}{\pi h_1}}.$$

Таблица 1.1

Масштабный коэффициент $\psi_м$ для определения усилия деформирования при обработке давлением

Масса поковки, кг	0 - 1500	1500 - 60000	60000 - 80000	80000 -200000
$\psi_м$	10	9 - 8	7 - 6	5 - 4

Таблица 1.2.

Временное сопротивление разрыву (МПа) некоторых сталей при повышенных температурах

Марка стали	Температура испытаний, °С				
	700	800	1000	1100	1200
20	145	96	54	38	23
45	170	110	50	34	27
30ХГС	175	85	37	21	10
40Х	175	98	24	11	11

Примечание: для отожженной углеродистой стали отношение $\sigma_т/\sigma_в$ составляет примерно 0,5; а для отожженной легированной стали – 0,5-0,6.

Таблица 1.3

Температурные интервалы ковки и штамповки конструкционных, углеродистых и легированных сталей

Марки сталей	Рекомендуемый интервал температур ковки в ^{0}С	Марки сталей	Рекомендуемый интервал температур ковки,^{0}С
Ст.0 – Ст.3	1300 - 700	35Х, 38ХА, 40ХА	1180 - 820
Ст.4, Ст.5	1250 - 750	25Н, 30Н, 25НА, 30НА, 12Х18Н12Т	1220 - 800
Ст.6, Ст.7	1200 - 750	40ХГ, 40ХГА	1180 - 800
10, 15	1300 - 750	12ХН2, 12ХН2А, 12ХН3	1180 - 800
20, 25, 30, 35	1250 - 750	30ХН3, 30ХН3А, 37ХН3А	1160 - 850
40, 45, 50, 55	1200 - 750	37ХС, 40ХС, 40ХСА	1150 - 830
15Г, 20Г, 30Г	1230 - 800	27СГ, 35СГ	1230 - 800
40Г, 50Г	1200 - 800	70Г	1180 – 780
40Г2, 45Г2, 50Г2	1180 - 830	15ХГ, 30ХГС	1230 – 850

Температурные интервалы начала и конца ковки для углеродистых сталей

Марка стали	Температуры ковки	
	начала	конца
Ст 1	1300	900
Ст 2	1250	850
Ст 3	1200	850
Сталь У7, У8, У9	1150	800
Сталь У10, У12, У13	1130	870

Задача № Д.1

Определить усилие деформирования $P_д$ гидравлического ковочного пресса, необходимое для осадки стальной заготовки размерами d_0 (мм), h_0 (мм) до высоты $h_{пок}$ (мм). Температура окончания осадки $T = 1100$ °С.

Варианты исходных данных к задаче № Д.1

№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	$h_{пок}$	№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	$h_{пок}$
1	45	1040	2100	950	11	12Х18 Н12	1040	2100	950
2	40Х	1100	2200	970	12	30	1100	2200	970
3	20	1200	2300	1000	13	30ХГС	1200	2300	100 0
4	30ХГС	1040	2150	960	14	30	1040	2150	960
5	45	1100	2250	950	15	40Х	1100	2250	950
6	40Х	1200	2350	970	16	20	1200	2350	970
7	20	1040	2100	1000	17	12Х18Н12	1040	2100	1000
8	30ХГС	1100	2200	960	18	30	1100	2200	960
9	45	1200	2300	950	19	40Х	1200	2300	950
10	40Х	1040	2100	970	20	12Х18 Н12	1040	2100	970

Задача № Д.2.2

Определить массу молота m и число ударов n, необходимых для осадки стальной заготовки с начальными размерами d_0 (мм), h_0 (мм) до высоты h_1 (мм). Расчет m выполнить для температуры окончания ковки, расчет n выполнить для средней температуры ковки при высоте падения молота $H = 0{,}8$ м.

Варианты исходных данных к задаче № Д.2.2

№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	h_1	№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	h_1
1	45	100	140	70	11	12Х18Н12	100	140	70
2	40Х	120	300	80	12	30	120	300	80
3	20	150	350	100	13	30ХГС	150	350	100
4	30ХГС	100	150	80	14	30	100	150	80
5	45	120	250	70	15	40Х	120	250	70
6	40Х	130	200	100	16	20	130	200	100

7	20	110	210	80	17	12Х18Н12	110	210	80
8	30ХГС	120	250	120	18	30	120	250	120
9	45	90	80	90	19	40Х	130	180	90
10	40Х	100	150	80	20	12Х18Н12	100	150	80

2. СВАРКА

2.1. Общая характеристика способа

Сварка является наиболее важным способом получения неразъемных соединений из различных материалов, свариваются металлы и сплавы, керамика, стекло, пластмассы, разнородные материалы. Сварка применяется во всех областях техники.

Сварка – технологический процесс получения неразъемных соединений в результате возникновения атомно-молекулярных связей между соединяемыми деталями.

Сварные соединения можно получать двумя принципиально разными путями: сваркой плавлением и сваркой давлением.

Сварка плавлением обычно возможна только в тех случаях, когда свариваемые металлы образуют при расплавлении единую сварочную ванну, т. е. растворяются друг в друге в жидком состоянии. Поэтому она применяется для сварки однородных металлов.

При *сварке давлением* обязательным является совместная пластическая деформация деталей сжатием зоны соединения. Этим обеспечивается очистка свариваемых поверхностей от пленок загрязнений, изменение их рельефа и образование атомно-молекулярных связей. Пластической деформации обычно предшествует нагрев, так как с ростом температуры уменьшается значение деформации, необходимой для сварки и повышается пластичность металла.

Нагрев свариваемых деталей осуществляется разными способами: электрической дугой, газокислородным пламенем, пропусканием тока, лазером и т. д. По-разному обеспечиваются защита зоны сварки от воздействия воздуха и ее принудительная деформация.

При дуговой сварке источником теплоты является электрическая дуга, которая горит между электродом и заготовкой. Сварочной дугой называется мощный электрический разряд между электродами, находящимися в среде ионизированных газов и паров.

В зависимости от материала и числа электродов, а также способа включения электродов и заготовки в цепь электрического тока различают следующие разновидности дуговой сварки (рис. 2.1):

- сварка неплавящимся (графитовым или вольфрамовым) электродом *1* дугой прямого действия *2* (рис. 2.1, *а*), при которой соединение выполняется путем расплавления только основного металла *3*, либо с применением присадочного металла *4;*
- сварка плавящимся электродом (металлическим) *1* дугой прямого действия с одновременным расплавлением основного металла и электрода, который пополняет сварочную ванну жидким металлом (рис. 2.1, *б*);
- сварка косвенной дугой *5*, горящей между двумя, как правило, неплавящимися электродами, при этом основной металл нагревается и расплавляется теплотой столба дуги (рис. 2.1, *в*);
- сварка трехфазной дугой, при которой дуга горит между каждым электродом и основным металлом (рис. 2.1, *г*).

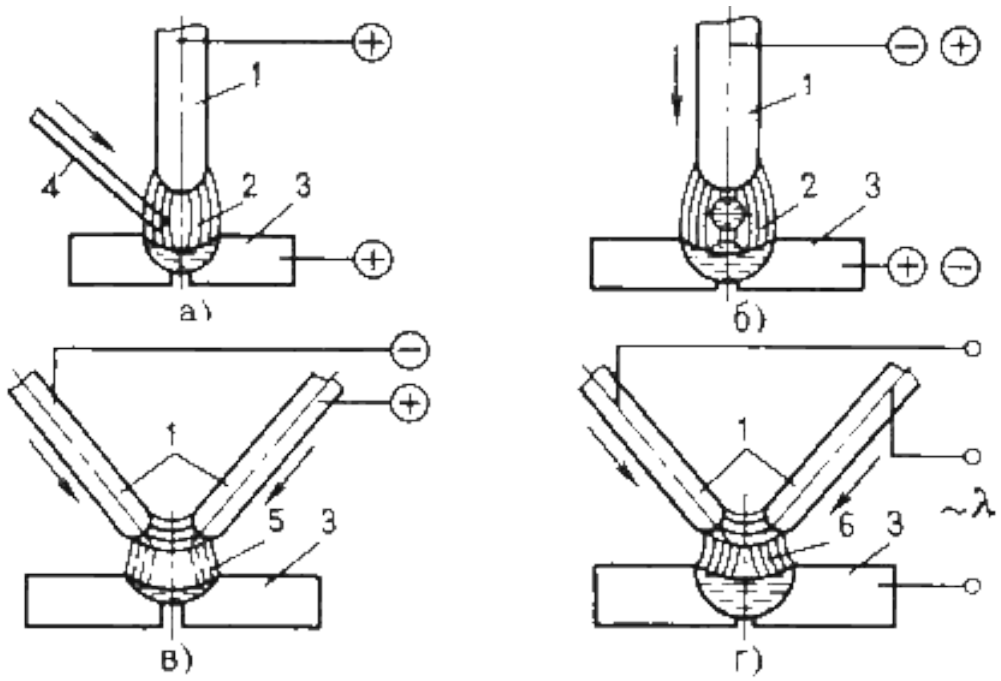


Рис. 2.1. Схемы дуговой сварки

Разновидности дуговой сварки различают по способу защиты дуги и расплавленного металла и степени механизации процесса.

Ручную дуговую сварку (РДС) выполняют сварочными электродами, которые подают вручную в дугу и перемещают вдоль заготовки. В процессе сварки металлическим покрытым электродом дуга горит между стержнем электрода и основным металлом.

Ручная сварка позволяет выполнять швы в любых пространственных положениях: нижнем, вертикальном, горизонтальном, вертикальном, потолочном. Ручная сварка удобна при выполнении коротких криволинейных швов в любых пространственных положениях, при выполнении швов в труднодоступных местах, а также при монтажных работах и сборке конструкций сложной формы.

Электроды для РДС представляют собой проволочные стержни с нанесенным покрытием. Стержень электрода изготовляют из специальной сварочной проволоки из стали повышенного качества ГОСТ 2246-70 предусматривает 56 марок стальной сварочной проволоки диаметром 0,3 – 12 мм. Все марки сварочной проволоки разделяют на 3 группы: углеродистую, легированную и высоколегированную.

По назначению стальные электроды по ГОСТ 9466-75 подразделяют на 4 класса:

- для сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей (ГОСТ 9467-75);
- для сварки теплоустойчивых сталей (ГОСТ 9467-75);
- для сварки высоколегированных сталей (ГОСТ 10052-75);
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами (ГОСТ 1051-75).

Внутри каждого класса электроды делятся на типы (всего 73 типа). В маркировке указывается тип электродов, начинающийся с буквы Э, затем следуют цифры, которые указывают минимальный гарантированный предел прочности в кг/мм^2. Например, Э42 ($\sigma_в \approx 420$ МПа), Э50 ($\sigma_в = 500$ МПа). Буква А в обозначении указывает, что металл шва, наплавленный этим электродом, имеет повышенные пластические свойства. Такие электроды применяют при сварке наиболее ответственных швов.

Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей предусмотрено девять типов электродов (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60); для сварки легированных и конструкционных сталей повышенной и высокой прочности пять типов (Э70, Э85, Э100, Э125, Э150) (табл. 5).

Условное обозначение электродов для сварки конструкционных сталей состоит из обозначения марки электрода, типа электрода, диаметра стержня, типа покрытия, номера ГОСТа.

Пример: УОНИ– 13/45 – Э42А – 4,0 – Ф ГОСТ 9467-75.

Расшифровка:

УОНИ – 13/45 – марка электрода; Э42А – тип электрода (Э – электрод для дуговой сварки; 42 – минимальный гарантированный предел прочности металла шва в кгс/мм^2; А – гарантируется получение повышенных пластических свойств металла шва); 4,0 – диаметр электродного стержня в мм; Ф – фтористокальциевый тип покрытия.

Марка электрода (УОНИ – 13/45, АН-1, АНО-1, 03С-6 и др.) характеризует также его технологические свойства: род и полярность тока, возможность сварки в различных пространственных положениях (оговорены в ГОСТе и справочной литературе по сварке).

Основными преимуществами сварных соединений являются: экономия металла; снижение трудоемкости изготовления корпусных деталей; возможность изготовления конструкций сложной формы из отдельных деталей, полученных ковкой, прокаткой, штамповкой.

Сварным конструкциям присущи и некоторые недостатки: появление остаточных напряжений; коробление в процессе сварки; плохое восприятие знакопеременных напряжений, особенно вибраций; сложность и трудоемкость контроля. Дефекты швов являются следствием неправильного выбора или нарушения режима сварки. Виды внешних и внутренних дефектов сварных швов устанавливают методами дефектоскопии.

2.2. Методические указания

Следует ознакомиться с классификацией способов сварки, их краткой характеристикой и особенностями применения в машиностроении, отметив преимущества сварки по сравнению с другими способами изготовления и ремонта деталей.

Обратить внимание на виды дефектов сварки и пайки, причины их возникновения и методы предупреждения.

Вопросы для самопроверки:

1. Опишите физические основы получения сварного соединения.
2. Приведите классификацию методов сварки. Опишите их преимущества и недостатки.
3. Что называется свариваемостью металлов?
4. Какие типы сварных соединений Вы знаете?
5. Изложите различные способы электродуговой сварки.
6. Какие виды автоматизированных процессов сварки Вы знаете?
7. В чем сущность способа автоматической сварки? Начертите ее технологическую схему.

8. Опишите процесс электрошлаковой сварки.

9. Опишите принципиальную схему аргоно-дуговой сварки и ее преимущества перед другими способами сварки в среде защитных газов.

10. В чем состоит сущность газовой сварки?

11. Изложите сущность электродуговой резки металлов. Какое при этом применяется оборудование и каковы принципы его работы?

12. Расскажите о газовой резке металлов и областях ее применения.

13. Приведите примеры контроля качества сварных швов.

14. Опишите технологию контактной роликовой сварки стальных листов.

15. Опишите технологию дуговой сварки под слоем флюса труб большого диаметра из стали 18ХГТ в условиях серийного производства.

16. Начертите схему контактной роликовой (шовной) сварки. Опишите, в чем состоят ее достоинства и недостатки.

17. Изобразите схему контактной точечной сварки. Опишите области ее применения.

18. В чем заключаются физические основы холодной сварки и сварки трением. Области их применения.

19. Изложите способы сварки ультразвуком и взрывом, диффузионной сварки в вакууме, газопрессовой сварки.

20. Расскажите о структурных превращениях стали в зоне термического влияния.

21. Каковы особенности сварки и контроля углеродистых и низколегированных сталей?

22. Каковы особенности сварки чугунных отливок?

23. Расскажите о способах сварки Cu, Al и их сплавов.

24. Опишите технологию сварки емкостей из стали 14XI7T толщиной 8 мм. В чем состоит особенность сварки высокохромистых сталей?

25. Какие физические явления сопутствуют пайке металлов? Какие применяются припои и каков их состав?

26. В чем состоят различия в технологии пайки мягкими и твердыми припоями?

27. Приведите примеры дефектов сварных швов и способы их контроля.

28. Опишите методы устранения дефектов сварки и пайки.

2.1. Ручная сварка покрытыми электродами

Краткие теоретические сведения

Основной задачей при проведении процесса сварки является разработка режима сварки. Режим дуговой сварки – совокупность факторов, обеспечивающих получение сварочного шва хорошего качества и заданных размеров. К таким факторам относятся род и полярность **сварочного** тока, его величина, тип и марка электрода, его

диаметр, напряжение на дуге, положение шва в пространстве, скорость **сварки**.

Род **сварочного** тока – постоянный или переменный – и его полярность зависит от марки и толщины свариваемого металла. Эти данные, а также типы и марки электродов приводятся в справочных таблицах.

Диаметр электрода в зависимости от толщины свариваемых деталей можно выбрать по табл. 4.

При сварке многослойных швов первый шов сваривают электродом диаметром не более 4 мм, а при диаметре электрода большем этого может быть непровар корня шва.

Диаметр электрода при сварке вертикальных швов не более 5 мм, потолочных – не более 4 мм независимо от толщины свариваемого металла. При выборе диаметра электрода для сварки угловых и тавровых соединений принимается во внимание катет шва. Диаметр электрода при катете шва – 3...5 - 3...4 мм, при катете 6...8 - 4...5 мм.

Величина сварочного тока в зависимости от диаметра электрода печатается на упаковке электродов.

Для сварки в нижнем положении величину сварочного тока можно определить по формуле:

$$I_{св} = (40...60)\, d,$$

где $I_{св}$ – величина **сварочного** тока, А; 40...60 – коэффициент, зависящий от типа и диаметра электрода; d – диаметр электрода, мм.

При сварке конструкционных сталей:

- для электродов диаметром 3...6 мм величина **сварочного** тока: $\boldsymbol{I_{св} = (20 + 6d)\, d}$**;**
- для электродов диаметром менее 3 мм: $\boldsymbol{I_{св} = 30d}$.

Величина **сварочного** тока зависит как от диаметра электрода, так и от длины его рабочей части, состава покрытия, его положения в пространстве **сварки**.

Интервал изменения $I_{св}$ = 150 ... 400 А, напряжение U = 16 ... 30 В.

Для пластин с толщиной $h < 10$ мм сварной шов выполняется однослойным, при $h > 10$ мм – многослойным, т. е. заполнение сварных швов большой толщины производится за несколько проходов электрода. Чтобы обеспечить качество шва на всю толщину свариваемых изделий, производится разделка кромок свариваемых поверхностей. При сварке пластин толщиной h менее 6 мм разделка кромок не производится, при $h > 6$ мм выполняется разделка под углом в 30°.

Ручная сварка применяется для коротких швов, криволинейных, любых пространственных, в труднодоступных местах при монтаже и сборке сложных конструкций. Ток и производительность наплавки ограничены, так как при большом токе стержень электрода нагревается и покрытие отслаивается. Плотность тока находится в пределах 10 ... 20 А/мм^2.

Учитывая заданную марку стали и временное сопротивление разрыва стали (табл. 1), выберите тип электрода (табл. 5). Если сварное соединение должно работать при ударных нагрузках, выбирайте электрод с повышенными пластическими свойствами.

Одним из основных параметров режима ручной дуговой сварки является диаметр электрода $d_э$ (мм). Для стыковых соединений диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемых кромок (табл. 4).

В табл. 7 представлены наиболее часто применяемые электроды.

Каждому типу электрода соответствует несколько марок. В табл. 7 указаны диаметры и коэффициенты наплавки электродов. Коэффициент наплавки оценивает массу электродного металла, перешедшую в сварной шов в течение часа горения дуги, отнесенную к одному амперу сварочного тока. Учитывая, что производительность сварки прямо пропорциональна коэффициенту наплавки, а тип электрода и его диаметр уже выбран, подберите марку электрода из табл. 7.

Длина дуги $L_д$ (мм) значительно влияет на качество сварки. Короткая дуга горит устойчиво и спокойно. Она обеспечивает получение высококачественного шва, так как расплавленный металл электрода быстро проходит дуговой промежуток и меньше подвергается окислению и азотированию. Но слишком короткая дуга вызывает “примерзание” электрода, дуга прерывается, нарушается процесс сварки. Длинная дуга горит неустойчиво и с характерным шипением. Глубина проплавления недостаточная, расплавленный металл электрода разбрызгивается и больше окисляется и азотируется. Шов получается бесформенным, а металл шва содержит большое количество оксидов. Длину дуги можно определить по формуле

$$L_д = 0{,}5(d_э + 2), \qquad (2.2)$$

где $d_э$ – диаметр электрода (мм).

Самое широкое применение нашла дуга с жесткой характеристикой, когда напряжение $U_д$ (В) практически не зависит от силы тока и пропорционально её длине $L_д$. Такая дуга горит устойчиво и обеспечивает нормальный процесс сварки.

$$U_д = a + pL_д, \quad (2.3)$$

где $L_д$ – длина дуги (мм), a (В) – коэффициент, характеризующий падение напряжения на электродах (при использовании стальных электродов a = 10-12 В), p (В/мм) – коэффициент характеризующий падение напряжения на 1 мм длины дуги (p = 2,0-2,5 В/мм).

Количество металла, необходимого для создания сварного шва $Q_н$ (г)

$$Q_н = 10^{-3} lS\gamma, \quad (2.4)$$

где l – длина свариваемого шва (мм), S – площадь поперечного сечения шва (мм^2), γ – плотность электродного металла (для стали γ = 7,8 г/см^3). Для одностороннего стыкового шва без скоса кромок площадь поперечного сечения S:

$$S = bh, \quad (2.5)$$

где h – толщина свариваемого металла (мм), b – зазор (расстояние) между свариваемыми деталями (мм).

Для одностороннего шва с V-образным скосом двух кромок площадь поперечного сечения S:

$$S = h\,(b - 1) + 0{,}5(h^2 + 1), \quad (2.6)$$

где h и b указанные выше конструкционные элементы сварного шва.

Величину зазора между свариваемыми деталями берём из табл. 3.

Основное время горения дуги $t_о$ (ч) составляет

$$t_о = Q_н/(I_{св}\cdot\alpha_н), \quad (2.7)$$

где $Q_н$ – масса наплавленного металла (г), $I_{св}$ – сила сварочного тока (А), $\alpha_н$ – коэффициент наплавки (г/А-ч), (табл. 7).

Скорость сварки $V_{св}$ (м/ч)

$$V_{св} = 10^{-3} l/t_о, \quad (2.8)$$

где l – длина сварного шва (мм), $t_о$ – основное время горения дуги (ч).

Процесс сварки включает не только время горения дуги, но и вспомогательные операции (установку электрода, поворот детали и т. д.). Это дополнительное время зависит от организации рабочего места, квалификации сварщика и учитывается коэффициентом производительности M.

Полное время сварки $t_п$ (ч) определяемая по формуле

$$t_п = t_о/M, \quad (2.9)$$

где $t_о$ − основное время горения дуги (ч), M – коэффициент производительности, (M = 0,6 – 0,8).

Массу расплавленного металла $Q_р$ (г) можно определить, подчитав массу расплавленных электродов

$$Q_р = 10^{-3}\,\gamma\pi d^2\,(l_э - l_{ог})\,n/4, \quad (2.10)$$

где γ – плотность электродного металла, $d_э$ диаметр электрода (мм), $l_э$ – длина электрода (мм) (табл. 4), $l_{ог}$ – длина огарка (мм), (принимают $l_{ог}$ = 50 мм), n – число электродов. Расход электродов (кг) на 1 кг наплавленного металла – 1,6 -1,7.

В заключении, определяют полный расход электроэнергии на сварку А (кВт·ч)

$$A = I_{св} U_д t_о, \qquad (2.11)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока (А), $U_д$ – напряжение дуги (В), $t_о$ – основное время горения дуги (ч).

Для расчета основных параметров режима электродуговой сварки воспользоваться табл. 2*.

Задача С.1

Разработать технологический процесс ручной дуговой сварки плавящимся электродом с покрытием в нижнем положении со стыковым соединением свариваемых элементов.

В табл. 1 приведены исходные данные для выполнения задания № 1.

Таблица 2.1

Исходные данные для выполнения задания С.1

№ варианта	Марка стали	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, МПа	Толщина свариваемой стали, Н, мм	Длина шва l, мм
0	09Г2СД	450	11,0	460
1	10Г2С1*	500	1,5	400
2	08ГДН*	400	2,0	300
3	15Г	420	2,5	650
4	20	420	3,0	260
5	15*	400	3,5	230
6	Ст3	400	4,0	200
7	14ХГС	500	4,5	180
8	08ГДНФ	500	5,0	150
9	09Г2С*	500	5,5	260
10	12Г2СМФ	700	6,0	240
11	14ГХНМ	700	6,5	200
12	15Х	700	7,0	190
13	16ГС*	500	7,5	340
14	12ГН2МФАЮ	850	8,0	260

15	14Х2ГМР	800	8,5	375
16	20Х	800	9,0	330
17	12ХГН2МФБАЮ	900	9,5	300
18	18ХГТ	1000	10,0	270
19	16Г2АФ	600	10,5	500
20	15Г2СФ	560	11,0	460
21	16Г2АФД	580	11,5	440
22	09Г2*	450	12,0	400
23	20Г	460	12,5	373
24	10ХСНД	540	13,0	347
25	17Г1С	520	13,5	330
226	Ст4	440	14,0	280
27	10Г2*	450	14,5	325
28	25*	460	15,0	310
29	14Г2	460	15,5	290
30	10Г2С1Д	520	16,0	280

* Сварное соединение работает при ударных нагрузках

Задача С.2

Для изготовления из листа толщиной h (мм) цилиндрической обечайки диаметром D (мм) и длиной L (мм) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

Варианты исходных данных для задачи С.2

№ вар	Марка стали	h	D	L	№ вар.	Марка стали	h	D	L
1	Ст3	6	500	1000	11	10	8	700	2000
2	10	7	700	1500	12	20	9	800	2100
3	20	8	800	1600	13	Ст3	6	650	2000
4	Ст3	9	900	2000	14	10	7	650	2200
5	10	6	550	1500	15	20	8	850	2500
6	20	7	600	2000	16	Ст3	9	1000	2500
7	Ст3	8	750	2200	17	10	6	700	1700
8	10	9	950	2500	18	20	7	550	1600
9	20	6	600	1900	19	Ст3	8	900	2000
10	Ст3	7	500	1200	20	10	9	1100	2300

Задача С.3

Для изготовления из листа толщиной h (мм) конического днища для обечайки диаметром D (мм) с углом конуса α (град) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

Варианты исходных данных для задачи С.3

№ вар.	Марка стали	h	D	α	№ вар.	Марка стали	h	D	α
1	10	6	500	45	11	20	6	550	80
2	20	7	700	50	12	Ст3	7	650	75
3	Ст3	8	800	55	13	10	8	750	70
4	10	9	900	60	14	20	9	850	65
5	20	6	1000	70	15	Ст3	6	950	60
6	Ст3	7	1200	75	16	10	7	1100	55
7	10	8	800	80	17	20	8	650	50
8	20	9	900	85	18	Ст3	9	750	45
9	С3	6	700	0	19	10	6	50	80
10	10	7	600	85	20	20	7	950	85

Задача С.4

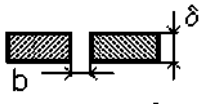
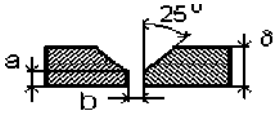
Для изготовления из листа толщиной h (мм) конического перехода длиной L (мм) между трубопроводами D (мм), d (мм) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

Варианты исходных данных для задачи С.4

№ вар.	Марка стали	h	L	D	d	№ вар.	Марка стали	h	L	D	d
1	20	6	100	203	127	11	Ст3	6	250	299	159
2	Ст3	7	200	219	133	12	10	7	350	325	168
3	10	8	300	245	140	13	20	8	300	203	140
4	20	9	350	273	146	14	Ст3	9	200	219	146
5	Ст3	6	250	294	152	15	10	6	100	245	152
6	10	7	150	325	159	16	20	7	150	273	159
7	20	8	300	203	133	17	Ст3	8	250	299	168
8	Ст3	9	200	219	140	18	10	9	350	325	180
9	10	6	100	245	146	19	20	6	300	203	146
10	20	7	150	273	152	20	Ст3	7	200	219	152

Таблица 3

Тип сварного шва

Наименование соединения	Условное обозначение	Форма подготовки кромок	Толщина металла h, мм	Зазор b, мм	Выполнение шва
Шов стыковой односторонний без скоса кромок	С2		1,5–2,5 3,0–4,0	1 2	
Шов стыковой односторонний с V-образным скосом двух кромок	С17		4,5–7,5 8,0–13,5 14,0–16,0	3 4 5	

a – притупление кромок, a = 1 мм

Таблица 4

Диаметр электрода

Толщина свариваемого металла h, мм	1,5–2,0	2,5–4,0	4,5–7,0	7,5–10,0	Более 10,0
Диаметр электрода $d_э$, мм	2	3	4	5	6
Коэффициент пропорциональности k, А/мм	30	35	40	45	50
Длина электрода $l_э$, мм	250	300	350	450	450

Таблица 2.5

Тип электрода

Тип электрода	Механические свойства металла сварного шва		
	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, МПа	Относительное удлинение ε, %	Ударная вязкость KCU, МДж/м^2
Э38	380	14	0,3
Э42	420	18	0,8
Э42А	420	22	1,5
Э46	460	18	0,8
Э46А	460	22	1,4

Э50	500	16	0,7
Э50А	500	20	1,3
Э55	550	20	1,2
Э60	600	18	1,0
Э70	700	14	0,6
Э85	850	12	0,5
Э100	1000	10	0,5
Э125	1250	8	0,4
Э150	1500	6	0,4

Таблица 2.7

Марка электрода

Тип электрода	Марка электрода	Диаметр электрода $d_э$, мм	Коэффициент наплавки $\alpha_н$, г/А·ч
Э42	ОЗС-23	2; 3	8,5
	ВСЦ-4	3; 4	9,5
	ОМА-2	2; 2,5; 3	8
	АНО-6	4; 5	10
Э42А	УОНИ-13/45	2; 2,5; 3; 4; 5	8,5
	СМ-11	3; 4; 5	10
Э46	АНО-4	3; 4; 5	8,5
	ОЗС-6	3; 4; 5; 6	10
	МР-3	3; 4; 5; 6	7,5
	ОЗС-21	3; 4; 5	8,5
Э46А	ВН-48	2,5; 3; 4; 5; 6	11
	ОЗС-22Р	3; 4; 5; 6	10
	УОНИ-13/55К	3; 4; 5	9,5
Э50	ВСЦ-4А	3; 4	9,5
Э50А	УОНИ-13/55	2; 2,5; 3; 4; 5	9
	АНО-11	3; 4; 5	9,5
	ДК-50	4; 5	10
Э55	УОНИ-13/55У	4; 5; 6	10
Э60	ВСЦ-60	5; 6	10
	УОНИ-13/65	2; 2,5; 3; 4; 5	9,5
	ОЗС-24	3; 4	9,5
Э70	ВСФ-75У	4	9
Э85	УОНИ-13/85	2; 2,5; 3; 4; 5	10
	НИАТ-3М	2; 2,5; 3; 4; 5	9,5
	ВСФ-85	3; 4	9,5
Э100	ОЗШ-1	2; 2,5; 3; 4; 5	8,5

Таблица 2*

Расчет основных параметров режима электродуговой сварки

№	Определяемая величина	Буквенное обозначение, ед. измерения	Расчетная формула или источник информации	Численная величина
1	Тип сварного шва	С...	табл. 3	С 17
2	Тип электрода	Э...	табл. 5	Э 46
3	Диаметр электрода	$d_э$, мм	табл. 4	6
4	Марка электрода		табл. 7	ОЗС-6
5	Коэффициент пропорциональности	К, А/мм	табл. 4	50
6	Сила сварочного тока	$I_{св}$, А	$I_{св} = Kd_э$	300
7	Длина дуги	$L_д$, мм	$L_д = 0{,}5(d_э + 2)$	4
8	Напряжение дуги	$U_д$, В	$U_д = \alpha + \beta L_д$	18
9	Площадь поперечного сечения	S, мм^2	$S = b \cdot h$ $S = 8(h - 1) + 0{,}5(h_2 + 1)$	94
10	Масса наплавленного металла	$Q_н$, г	$Q_н = 10\text{-}3lS\gamma$	337,27
11	Коэффициент наплавки	$\alpha_н$, г/А·ч	табл. 7	10
12	Основное время горения дуги	$t_о$, ч	$t_о = Q_н / I_{св}\,\alpha_н$	0,11
13	Скорость сварки	$V_{св}$, м/ч	$V_{св} = 10\text{-}3l/t_о$	4,09
14	Полное время сварки	$T_п$, ч	$T_п = t_о/M$	0,22
15	Длина электрода	$l_э$, мм	табл. 4	450
16	Число слоев	n	табл. 6	4
17	Масса расплавленного металла	$Q_р$, г	$Q_р = 10\text{-}3\,\gamma\pi d_э^2(l_э - l_{ог})n/4$	352,68
18	Коэффициент потерь	ψ, %	$\psi = 10^2(Q_р - Q_н)/Q_р$	4,4
19	Расход электроэнергии на сварку	А, кВт-ч	$A = I_{св}U_д t_о$	594
20	Зазор (расстояние) между свариваемыми деталям	В, мм	табл. 3	
21	Длина сварного шва	l , мм	табл. 1	

$\alpha = 10$, $\beta = 2$; $\gamma = 7{,}8$ г/см^3; $l_{ог} = 50$ мм; $M = 0{,}5$

3. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

3.1. Общая характеристика способа

Обработка резанием – технологический процесс изготовления деталей, заключающийся в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев материала с образованием стружки.

Для осуществления процесса резания необходимо относительное движение между заготовкой и режущим инструментом. Совокупность относительных движений инструмента и заготовки, необходимых для получения заданной поверхности, называют кинематической схемой обработки. Движения резания – это движения, обеспечивающие снятие слоя металла со всей обрабатываемой поверхности.

Примеры схем обработки различных поверхностей (рис. 3.1).

На обрабатываемой заготовке различают три поверхности: обработанную (3), полученную на заготовке в результате обработки; обрабатываемую (*1*), подлежащую обработке, и поверхность резания (*2*), образуемую режущей кромкой инструмента (рис. 1, *а – г*).

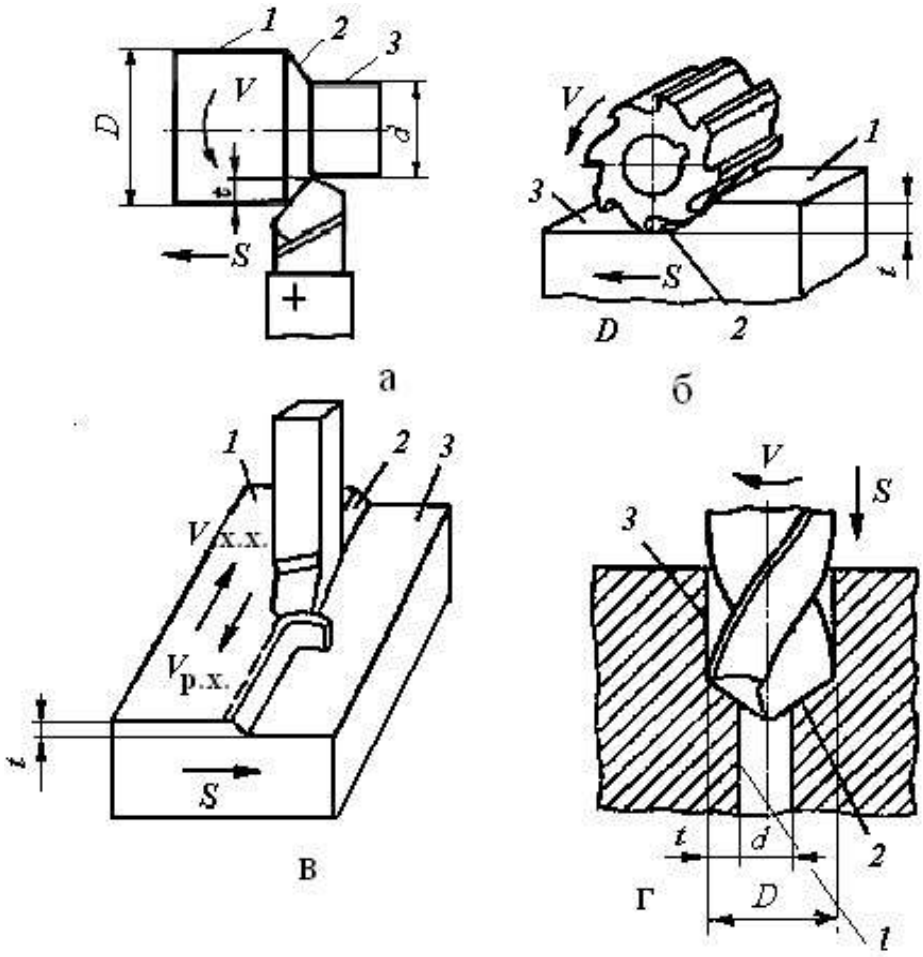


Рис. 3.1 Схемы обработки заготовок:
а) точением. *б*) фрезерованием, *в*) строганием,
г) сверлением (рассверливанием)

Процесс обработки задаётся **режимом резания**. Элементами режима резания являются **скорость резания, подача и глубина резания**. Совокупность этих значений принято называть **режимом резания**. Режим резания выбирается в следующей последовательности:

- глубина резания – t,
- подача – S,
- скорость резания – V.

Глубина резания – определяется как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное по нормали. Глубина резания измеряется в мм (рис. 1.1).

$t = (D – d) /2$ (*а* и *г* – при точении и рассверливании);

$t = d /2$ (при сверлении); $t = H – h$ (*б* и *в*) при фрезеровании и строгании)

Глубина резания зависит от следующих факторов:

– величины припуска a (слой металла, подлежащий удалению в процессе обработки),

– вида обработки (черновая или чистовая),

– мощности станка.

Глубина резания может быть равна припуску $t = a$, или $t = a / i$, если припуск снимается за несколько проходов (i – количество ходов, за которое снимется весь припуск при данной глубине резания).

***Подача* (*S*)** – это перемещение заготовки или инструмента в направлении движения подачи за цикл движения резания.

При точении и сверлении подача задается в миллиметрах за 1 оборот (мм/об), при фрезеровании подача может быть задана в миллиметрах на зуб (мм/зуб), в миллиметрах в минуту (мм/мин), при строгании – в миллиметрах за двойной ход стола (мм / дв. х).

Величина подачи зависит от требований к обработанной поверхности: шероховатости и точности поверхности – чем выше точность и чистота обработки, тем меньше величина подачи.

Скорость резания* (*V*)** – скорость перемещения точки режущей кромки инструмента относительно заготовки. Скорость резания измеряют в метрах в минуту ***при всех видах обработки резанием, кроме шлифования и полирования (метры в секунду).

Если главное движение резания является вращательным, то скорость резания определяется по формуле

$$V = \pi D n /1000,$$

где D – диаметр заготовки или инструмента, мм; n – частота вращения заготовки или инструмента, об/мин.

При возвратно-поступательном движении скорость резания определяется по формуле

$$V = 2L n (k + 1) /1000,$$

где L – длина хода инструмента или детали при обработке данной поверхности, мм;

n – число двойных ходов в минуту ($n = 500 \cdot V / L \cdot (k + 1)$);

k– коэффициент отношения скорости рабочего хода к скорости холостого хода ($k = V_{рх}/V_{хх}$).

К элементам процесса резания относится также основное технологическое время $T_о$, затрачиваемое непосредственно на обработку резанием данной поверхности (изменение формы и размеров заготовки).

Основное время определяется по формуле:

$$T_о = L \cdot i / S \cdot n,$$

где$L = l + l_1 + l_2$,

l – длина обрабатываемой поверхности,

l_1 – величина врезания инструмента,

l_2 – величина перебега инструмента.

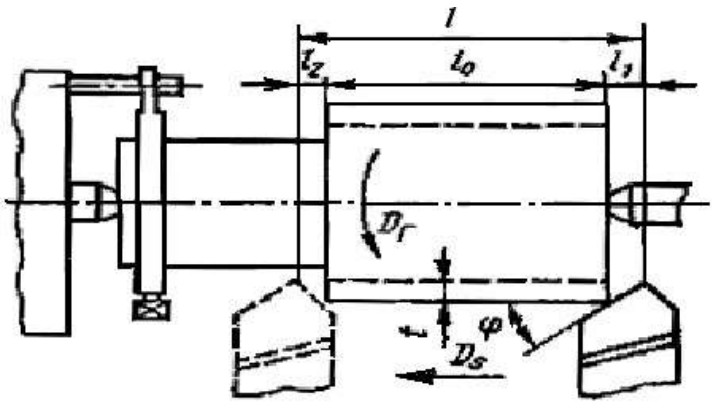


Рис. 1.2. Схема к расчёту $T_о$ при обработке цилиндрической поверхности

3.2. Методические указания

Обработка металлов резанием связана с превращением в стружку значительного количества металлов. Это привело к тому, что обработка резанием в некоторой степени потеснена малоотходными технологиями (точное литье, обработка давлением и др.). Однако обработка резанием остается главным средством изготовления высокоточных деталей в машиностроении с заданной точностью и чистотой поверхности. Резание металлов представляет собой сложный процесс, включающий ряд взаимодействующих явлений, к которым относится: упругое и пластическое деформирование, интенсивное трение, выделение тепла, образование нароста, явление наклепа, износ инструмента, усадка стружки.

При изучении этой темы следует обратить внимание на физико-химические процессы, происходящие при резании, и их роль в формировании поверхностного слоя обрабатываемой детали. Необходимо разбираться в видах режущих инструментов и способах их эффективного использования.

Необходимо ознакомиться с современным состоянием развития теории и технологии обработки материалов резанием, классификацией поверхностей и методов их обработки, требованиями к технологичности деталей, обрабатываемых резанием, кинематикой процесса резания, классификацией движений и геометрией срезаемого слоя.

Следует запомнить определение, обозначения и размерности элементов режима резания, элементы резца и его углы.

Изучите силы, действующие на резец, влияние различных показателей на скорость резания, а также скоростное и силовое резание как резерв повышения производительности труда.

При изучении материалов, из которых изготовляются резцы, следует обратить внимание на марки быстродействующих и твердых сплавов, особенно на минералокерамические сплавы, имеющие высокую износостойкость и дешевые в изготовлении.

Высокие требования, предъявляемые к технико-эксплуатационным характеристикам современных машин, обеспечиваются высокой точностью размеров и другими показателями качества деталей этих машин. Поэтому роль металлорежущих станков для высококачественной обработки деталей в машиностроении не уменьшается.

Современные станки – это сложные разнообразные механизмы, использующие различные методы осуществления движений и управ-

ления рабочим циклом, обеспечивающие обработку деталей любой конфигурации и различных размеров.

При изучении темы следует обратить внимание на движения инструмента и детали при обработке на различных станках. Необходимо разбираться в технологических возможностях станков разных видов.

Следует изучить принятую в России классификацию металлорежущих станков, подробно рассмотреть приводы и передачи станков различных групп. Для чтения кинематических схем станков нужно знать условные обозначения различных узлов в соответствии с ГОСТами.

Необходимо рассмотреть основные виды токарных, сверлильных, расточных, строгальных, долбежных, протяжных, фрезерных, шлифовальных работ, применяемые инструменты, а также технологические требования, предъявляемые к деталям, обрабатываемым на различных станках.

Все металлорежущие станки разделяют на группы по характеру выполняемых работ и виду применяемых инструментов. Подробно рассмотрите принятую в России классификацию и уясните единую систему условного обозначения станков, понимаемую как нумерация. Затем подробно рассмотрите технологии обработки резанием, выполняемые на разных металлорежущих станках.

Обработка на токарных станках. С использованием рисунков рассмотрите основные узлы токарно-винторезного станка и поймите, почему токарные станки часто называют универсальными. Проанализируйте типы станков токарной группы.

Обработка на сверлильных и расточных станках. Поймите, что понимают под обработкой круглых отверстий на станках сверлильной группы.

Обработка на фрезерных станках. Уясните, что такое фрезерование и какие типы фрез для этого используют.

Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках. С учетом видов обработки поверхностей строганием выделите особенности этой группы станков. Изучите типаж инструментов, используемых для этих целей. Составьте схему работ на станках этой группы.

Обработка на шлифовальных и отделочных станках. Изучите процесс шлифования и инструмент, используемый для этих целей. Обратите внимание, что шлифование также относится к операциям

резания и разберите с чем это связано. Рассмотрите методы шлифования и типы шлифовальных станков. Для всех рассмотренных технологийрезания изучите возможные виды работ.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего используют станки токарной группы?
2. Почему токарные станки часто называют универсальными?
3. Что понимают под зенкованием и развертыванием крупных отверстий.
4. Какие основные типы фрез существуют?
5. В чем особенности строгальных станков?
6. Что понимают под процессом шлифования?
7. Что понимают под абразивным инструментом?
8. Для каких целей используют в механообработке роботы и манипуляторы?

Токарная обработка

Задача. На токарно-винторезном станке производится наружное продольное точение заготовки D = 68 мм до d = 62 мм (рис. 2). Длина обрабатываемой поверхности l = 280мм, длина заготовки L = 430 мм. Шероховатость обработанной поверхности Ra = 25 мкм. Заготовка - поковка стальная 40Х с пределом прочности 700 МПа. Способ крепления заготовки - в центрах. Обработка ведется с охлаждением.

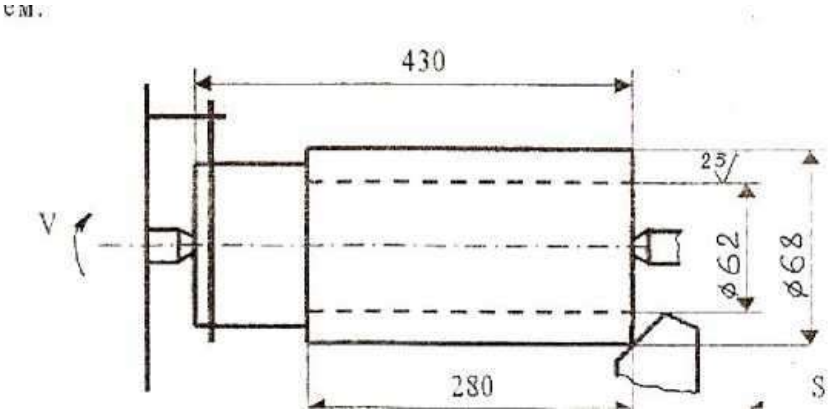


Рис. 2. Схема обработки

Необходимо:
Выбрать токарный станок;
Выбрать режущий инструмент;

Выполнить эскиз резца;
Назначить режимы резания;
Определить машинное время.

Решение

Исходя из условий задачи (размеров заготовки, характера обработки), выбираем токарно-винторезный станок модели 16К20, имеющий следующие технические характеристики: мощность двигателя $N_{дв}$ =10 КВт, к.п.д.= 0,75, высота центров = 215 мм, расстояние между центрами 2000 мм.

Материал режущей части инструмента выбираем исходя из физико-механических свойств обрабатываемого материала и характера обработки (Приложение таблица 1). При черновом обтачивании конструкционной стали марки 40Х с глубиной резания t = 3 мм на средних станках рекомендован твердый сплав марки Т15К6 (WC-79%, TiC-15%, Co-6%) либо быстрорежущая сталь марки Р6М5 (W-6%, Mo-5%, C-1%). Так как в последнее время большее предпочтение отдано инструменту из твердого сплава, выбираем материал пластинки Т15К6. Державка резца изготавливается из качественной конструкционной стали группы 1 марки 45 ($\sigma_в$ = 610 МПа, НВ = 197).

При выборе значений геометрических параметров резца следует учитывать материал заготовки, вид обработки, материал режущей части инструмента, сечение державки и жесткость системы СПИД (Приложение таблицы 2, 3). Выбираем форму передней поверхности резца - радиусную с фаской. Фаску с отрицательным передним углом делают для упрочнения режущей кромки резца с пластинками из твердого сплава. Радиусная лунка обеспечивает завивание сходящей стружки. Геометрические параметры режущей части (рис. 3): передний угол γ = 10° (при черновой обработки конструкционных материалов с НВ < 240), задний угол α = 6° (при черновой обработке), угол наклона главной режущей кромки λ = 0 (точение без ударных нагрузок), углы в плане φ = 45°, φ' =15° (при жесткой системе СПИД), угол фаски $\gamma_ф$ = -5°, ширина фаски f = 0,8 мм.

Используя выбранные данные геометрических параметров режущей части резца, выполним эскиз токарного проходного резца с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6, сечение державки 16 × 25 мм.

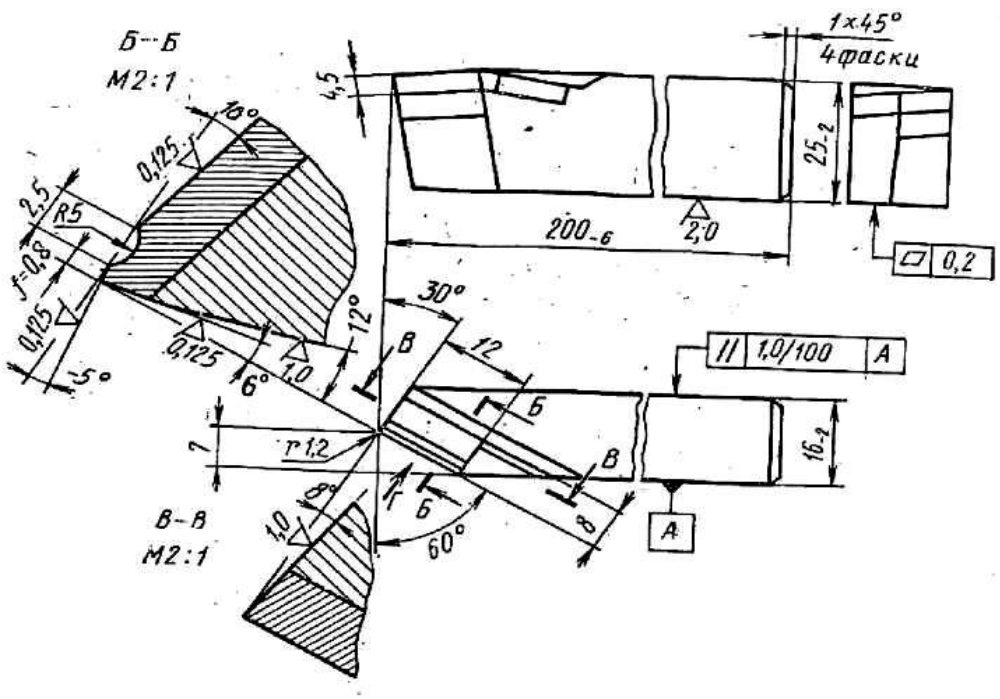


Рис. 3. Эскиз резца

Назначаем режимы резания.

Глубину резания определяем по формуле

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{68 - 62}{2} = 3 \text{ (мм)}$$

Т. к. при черновой обработке за один проход инструмента можно снять t = 5-7 мм, то данная обработка будет проходить за один проход. Причем шероховатость обработанной поверхности Ra = 25 мкм будет обеспечена.

Подачу назначаем по таблице 4 (Приложения). Для обработки заготовки из конструкционной стали, диаметром до 100 мм, глубинной резания t = 3мм, сечением державки 16×25 мм - подача $S_{таб}$ = 1,2 мм/об.

Данную подачу корректируем по паспорту станка 16К20, выбрав ближайшее меньшее значение:

$$S_ф = 1 \text{ мм/об.}$$

Период стойкости определим по таблице 9 (Приложения):

$$T = 30 \text{ мин.}$$

Скорость резания при наружном точении определяем по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{30^{0,2} 3^{0,15} 1^{0,45}} 0,97 = 142 \text{ (м/мин).}$$

$K_V = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,97$, где

$K_{MV} = \frac{750}{700} = 1{,}07$, $K_{ПV} = 1$, $K_{ИV} = 1$, $K_{\varphi V} = 1$, $K_{\varphi W} = 0{,}97$, $K_r = 0{,}94$.

(Приложение таблицы 11,12,15,16 согласно заданным условиям). Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости резания, по формуле (3)

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D} = \frac{100 \cdot 142}{3{,}14 \cdot 68} = 665 \text{ (об/мин).}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка 16К20, выбрав фактическое значение частоты вращения из ближайшего меньшего.

$$n_ф = 500 \text{ об/мин.}$$

Определяем действительную скорость резания по формуле (5)

$$V_д = \frac{\pi D n_ф}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 68 \cdot 500}{1000} = 107 \text{(м/мин).}$$

Определяем мощность, затраченную на резание, по формуле (6) и силу резания по

$$P_Z = C_{PZ} \cdot t^X \cdot S_Ф \cdot V_Д \cdot K_{PZ}, \quad (5)$$

Из таблицы 16 (Приложения) выписываем коэффициенты и показатели степеней для данных условий обработки. $C_{PZ} = 300$, $x = 1$, $y = 0{,}75$, $n = 0{,}15$.

Учитываем поправочный коэффициент на силу резания K_{PZ}, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_{PZ} = K_{MPZ} K_\varphi K_\gamma K_\lambda K_r = 0{,}94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}94$$

Численные значения этих коэффициентов выбираем в таблице 15, 16 (Приложения):

$K_{MPZ} = \left(\frac{700}{750}\right)^{0{,}75} = 0{,}94$, $K_\varphi = 1$, при $\varphi = 45^o$; $K_\gamma = 1$ при $= 10^o$; $K_\lambda = 1$ при $\lambda = 0^o$;

K_r на силу резания при заданных условиях обработки не влияет.

$$P_Z = C_{PZ} \cdot t^X \cdot Sj \cdot V_Д \cdot K_{PZ} = 300 \cdot 3^1 \cdot 1^{0{,}75} \text{-} 107^{-0{,}15} \cdot 0{,}94 = 419 \text{(Н).}$$

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_д}{60 \cdot 1020} = 7{,}1 \text{ кВт.}$$

Проверяем достаточность мощности привода станка по условию:

$$N_e < N_{\text{СТ}}$$

На станке 16К20 $N_{\text{СТ}} = 10 \cdot 0{,}75 = 7{,}5$ кВт.

$7{,}1 < 7{,}5$, т.е. обработка возможна.

• Определяем основное технологическое время по формуле

$$L = I + y + \Delta = 280 + 3 + 2 = 285 \text{ (мм)},$$

где длина обрабатываемой поверхности l =280 мм, величина врезания $y = t \cdot \text{ctg}\varphi = 3 \cdot \text{ctg}45^0 = 3 \cdot 1 = 3$(мм), величину перебега принимаем $\Delta = 2$ мм.

Тогда

$$t_0 = \frac{Li}{n_{\text{ф}} S_{\text{ф}}} = \frac{285 \cdot 1}{500 \cdot 1} = 0{,}57 \ \ (\text{мин}).$$

Задача Р.1.

Определить минутную подачу резца $\boldsymbol{S_{\text{м}}}$ (мм/мин) при обтачивании на токарном станке заготовки диаметром $\boldsymbol{D}$ (мм) со скоростью резания $\boldsymbol{v}$(м/мин) и подачей резца за один оборот заготовки $\boldsymbol{S}$(мм/об)**.**

Варианты исходных данных к задаче Р.1

№	*D*	*V*	*S*	№	*D*	*V*	*S*
1	140	88	0,6	11	387	233	0,6
2	37	233	0,43	12	90	177	0,43
3	90	177	0,87	13	120	119	0,87
4	120	119	0,7	14	72	280	0,7
5	72	280	0,78	15	64	200	0,78
6	64	200	0,17	16	160	80	0,17
7	160	80	0,18	17	54	170	0,18
8	54	170	0,3	18	43	216	0,3
9	43	216	0,23	19	210	133	0,23
10	210	133	0,52	20	140	88	0,52

Задача Р.2.

Определить основное время $\boldsymbol{T_0}$ при подрезании сплошного торца

заготовки диаметром $\boldsymbol{D_0}$(мм) на токарном станке за один проход. Припуск на обработку (на сторону) $\boldsymbol{h}$(мм)**.** Частота вращения шпинделя $\boldsymbol{n}$(об/мин)**;** подача резца $\boldsymbol{S}$(мм/об)**.** Резец проходной отогнутый с главным углом в плане $\boldsymbol{\varphi}$ = 45°**.** Перебег резца $\boldsymbol{\Delta}$ = 1 … 3 мм**.** Начертить схему обработки поверхности.

Варианты исходных данных к задаче Р.2

№	*D*	*h*	*n*	*S*	№	*D*	*h*	*n*	*S*
1	140	2,5	1000	0,32	11	300	2	1250	0,32
2	37	3	800	0,43	12	90	3	800	0,43
3	90	2	2000	0,24	13	120	1	2000	0,87
4	120	3	315	0,12	14	72	2	315	0,7
5	72	1,5	800	0,28	15	64	2	800	0,78
6	64	3	500	0,17	16	160	3,5	500	0,17
7	160	2	1250	0,18	17	54	1,5	1250	0,18
8	54	3	400	0,3	18	43	2	400	0,3
9	43	2	630	0,23	19	210	1,8	630	0,23
10	210	1,5	1250	0,52	20	140	2,3	1250	0,52

Задача Р.3.

Определить основное время $\boldsymbol{T_0}$ при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы с наружным диаметром $\boldsymbol{D}$(мм) и внутренним – $\boldsymbol{d}$ (мм), на токарном станке резцом с пластиной из твердого сплава**.** Частота вращения шпинделя $\boldsymbol{n}$(об/мин)**;** подача резца $\boldsymbol{S}$ (мм/об)**.** Перебег резца $\boldsymbol{\Delta}$ = 1 … 2 мм**.** Начертить схему обработки поверхности.

Варианты исходных данных к задаче Р.3

№	*D*	*h*	*n*	*S*	№	*D*	*h*	*n*	*S*
1	140	80	1000	0,32	11	300	120	1250	0,32
2	70	35	800	0,43	12	90	30	800	0,43
3	90	40	2000	0,24	13	120	60	2000	0,87
4	120	65	315	0,12	14	72	34	315	0,7
5	72	36	800	0,28	15	64	24	800	0,78
6	64	20	500	0,17	16	160	70	500	0,17
7	160	80	1250	0,18	17	54	20	1250	0,18
8	54	25	400	0,3	18	43	10	400	0,3
9	43	20	630	0,23	19	210	120	630	0,23
10	210	100	1250	0,52	20	140	100	1250	0,52

Задача Р.4.

Определить мощность $N_{рез}$, затрачиваемую на резание и момент сопротивления резанию $M_{ср}$, если при продольном точении заготовки диаметром D(мм) со скоростью резания V(м/мин) тангенциальная сила резания составила P_z(Н). Начертите схему расположения составляющих силы резания для рассматриваемого случая обработки резанием.

Варианты исходных данных к задаче Р.4

№	D	V	P_z	№	D	V	P_z
1	140	75	2750	11	380	75	2750
2	160	130	2200	12	90	170	2200
3	90	170	3000	13	120	119	3000
4	120	110	1050	14	72	120	1050
5	75	180	2050	15	64	200	2050
6	64	100	3000	16	160	80	3000
7	160	80	4000	17	54	170	4000
8	80	170	1600	18	43	160	1600
9	30	150	1500	19	210	133	1500
10	210	130	1000	20	140	88	1000

Для решения предлагаемых задач по резанию металлов и режущему инструменту следует пользоваться справочными таблицами [5-9] и справочными материалами Приложения В, а также источниками [1;4].

5. Литейное производство

5.1. Общая характеристика способа

Литьё - получение изделий путем заливки жидкого металла в формы и его последующего затвердевания.

Теоретически, литьем можно получить сколь угодно сложное по форме изделие. На практике, литьё, как и все методы формообразования, имеет существенные ограничения.

Они связаны:

- с трудностями изготовления формы для заливки жидкого металла;

- с невозможностью заполнения жидким металлом сколь угодно тонкого

рельефа; это технологическое свойство металла, называемое

"жидкотекучестью", связано с вязкостью жидкого металла, его поверхностным натяжением, смачиваемостью материала формы жидким металлом и рядом других факторов;

- с усадкой металла при застывании, которая определяется разностью объемов, занимаемых жидким и затвердевшим металлом и изменением его объема (размеров) при охлаждении до комнатной температуры. Усадка, а особенно неравномерное охлаждение отливки в форме, приводит к ее короблению, возникновению внутренних напряжений, а, иногда, даже к разрушению.

Однако литьё позволяет получать самые сложные по форме изделия, в том числе и произведения искусства…

Литьё - древнейший технологический процесс. В средние века литьем изготавливали колокола для церквей, пушки, монументы и т. д.

5.2. Методические указания

Литейное производство - отрасль машиностроения, использующаяся для изготовления фасонных заготовок или деталей путем заливки расплавленного металла в специальную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки (детали).

При изучении этой темы необходимо рассмотреть такие явления как жидкотекучесть, усадка, трещинообразование, газовые раковины и пористость отливок.

Затем необходимо разобраться в технологических процессах получения отливок различными способами: в песчано-глинистых формах, в оболочковых формах, по выплавляемым моделям, в металлических формах (кокилях), центробежным литьем под давлением, специализированными способами.

Студент должен последовательно рассмотреть литье в металлические формы (кокиль), центробежное литье, точное литье по выплавляемым моделям, литье в оболочковые формы.

Далее необходимо рассмотреть технологические этапы получения отливки, то есть сборку и заливку литейных форм, охлаждение отливок, их выбивку и очистку.

Затем следует ознакомиться с особенностями изготовления отливок из различных сплавов.

Изучить оборудование, применяемое в литейных цехах для плавки и проведения других технологических операций.

Особое внимание следует обратить на основные виды дефектов отливок, отметив влияние нарушений технологического процесса и нетехнологичности конструкций отливок на появление различных видов брака литья. Рекомендуется ознакомиться с современными методами и аппаратурой, применяемой для контроля всех стадий процесса изготовления отливок и используемых материалов. Следует четко уяснить, какие дефекты можно подвергнуть исправлению, и какие отливки являются окончательным браком.

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимается под жидкотекучестью литейных сплавов? Как проводят испытания на жидкотекучесть сплавов?
2. Что такое усадка литейных сплавов? Опишите способы предупреждения усадочныхраковин и пористости отливок.
3. В результате, каких явлений образуются трещины в отливках? Как бороться с этим видом брака?
4. Какие применяются меры для уменьшения возможности образования газовых раковин и пористости отливок?
5. Какие формовочные и стержневые смеси используют в литейном производстве? Их характеристики и методы испытания.
6. Дайте описание схемы работы литейного конвейера. Рассмотрите вопросы механизации и автоматизации изготовления литейных форм.
7. Машины для получения отливок под давлением, схема их устройства и принцип действия. Области применения отливок, изготовленных способом литья под давлением.
8. Перечислите свойства серого чугуна как литейного и конструкционного материала.

Укажите, для каких целей применяются в машиностроении чугунные отливки? Приведите химические составы нескольких марок серого и модифицированного чугунов с указанием их механических свойств.

9. Изложите способы получения ковкого чугуна: виды ковкого чугуна, в чем особенности изготовления литейных форм для получения ковкого чугуна?

10. Опишите технологию изготовления отливок из алюминиевых сплавов.

11. Опишите технологию изготовления отливок из магниевых сплавов.

12. Опишите технологию отливок из медных сплавов.

13. Назовите виды дефектов при получении отливок и способы их устранения. Как, с применением какой аппаратуры и на каких стадиях изготовления производится контроль отливок?

6. Основы металлургического производства

6.1. Общая характеристика способа

Металлы и их сплавы в настоящее время являются основным материалом для производства машин, приборов и других технических устройств.

Это определяется сочетанием их свойств, которым в данное время не обладают другие конструкционные материалы.

К таким свойствам относятся:

- механические: прочность, твердость, пластичность, ударная вязкость ...

- теплофизические: жаропрочность, теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения...

- химические: устойчивость в агрессивных средах, биологическая инертность

- технологические: свариваемость, литейные свойства (жидкотекучесть, степень усадки при затвердевании, склонность к ликвации элементов), пластичность...

Современное металлургическое производство представляет собой комплекс различных производств, базирующихся на месторождениях руд и коксующихся углей, энергетических комплексах. Оно включает:

– шахты и карьеры по добыче руд и каменных углей;

– горно-обогатительные комбинаты, где обогащают руды, подготавливая их к плавке;

– коксохимические заводы (подготовка углей, их коксование и извлечение из них полезных химических продуктов);

– энергетические цехи для получения сжатого воздуха (для дутья доменных печей), кислорода, очистки металлургических газов;

– доменные цехи для выплавки чугуна и ферросплавов или цехи для производства железорудных металлизованных окатышей;

– заводы для производства ферросплавов;

– сталеплавильные цехи (конвертерные, мартеновские, электросталеплавильные);

– прокатные цехи (слиток в сортовой прокат).

Основная продукция чёрной металлургии:

– чугуны: передельный, используемый для передела на сталь, и литейный, для производства фасонных отливок;

– железорудные металлизованные окатыши для выплавки стали;

– ферросплавы (сплавы железа с повышенным содержанием марганца, кремния, ванадия, титана и т.д.) для легированных сталей;

– стальные слитки для производства проката,

– стальные слитки для изготовления крупных кованных валов, дисков (кузнечные слитки).

Основная продукция цветной металлургии:

– слитки цветных металлов для производства проката;

– слитки для изготовления отливок на машиностроительных заводах;

– лигатуры – сплавы цветных металлов с легирующими элементами для производства сложных легированных сплавов;

– слитки чистых и особо чистых металлов для приборостроения и электротехники.

6.2. Методические указания

Получение чугуна в доменных печах относится к пирометаллургическому способу. Исходными материалами являются руды, флюсы и топливо. Изучите виды руд, флюсы и их назначение, топливо, используемое при производстве чугуна, принцип работы доменной печи и физико-химические процессы, протекающие при получении чугуна. Ознакомьтесь со способами прямого восстановления железа из руды, этапами этого процесса.

Ознакомьтесь с рудами для получения меди, алюминия, магния, титана; способами их обогащения. Изучите работу агрегатов для получения этих металлов, способы рафинирования.

Краткие теоретические сведения

Процессы получения стали из чугуна и скрапа сводятся к снижению примесей и углерода путем окислительных процессов с сталеплавильных печах. Ознакомьтесь с принципом работы современных конвертеров, мартеновских и электродуговых печей. Изучите физико-химические процессы, протекающие в печах. Изучите способы разливки стали и ознакомьтесь с технико-экономическими показателями различных способов получения стали.

Восстановление металла проводится несколькими способами.

Термохимическое восстановление металла осуществляется воздействием на соединение металла каким-либо восстановителем при высокой температуре. Термохимическим способом восстанавливают многие металлы.

Например, железо обычно содержится в руде в виде окислов Fe_2O_3 или Fe_3O_4 и восстанавливается угарным газом (CO), образующимся при горении кокса (продукта переработки каменного угля) в доменных печах. В зонах 4-6 происходит горение кокса в потоке воздуха поступающего через фурмы и образуется угарный газ при температуре 1600-1750 °C, который, воздействуя на окислы железа, приводит к их восстановлению:

$$Fe_2O_3 + CO \text{ --- } Fe_3O_4 + CO_2 + Q$$
$$Fe_2O_3 + CO_2 \text{ --- } FeO + CO_2 - Q$$
$$FeO + CO \text{ --- } Fe + CO_2 + Q$$

Образующееся железо, в виде капель, стекает в горн, откуда периодически выпускается. Сверху печи также периодически происходит подсыпка шихты (смеси руды, кокса и флюсов). Таким образом горение в печи поддерживается непрерывно в течении длительного времени, от 5 до 10 лет.

В образующемся железе при высокой температуре растворяется углерод кокса, что приводит к получению сплава железа с углеродом, при содержании последнего выше 2 % (но не более 6,67 %). Такой сплав весьма тверд и хрупок и называется чугуном.

Суточная производительность доменной печи достигает 2500 тонн чугуна. Хотя чугун, как конструкционный материал, применяется для отливки заготовок различных деталей машин (станины, корпуса двигателей, зубчатые колеса и т.д.) , но большая его часть перерабатывается в сталь – сплав железа с углеродом при содержании углерода менее 2 %.

Понизить содержание углерода в чугуне и, тем самым, превратить его в сталь можно окисляя избыточный углерод в жидком чугуне. Для этого применяются конвертерный и мартеновский методы получения стали.

Плавку медных руд ведут в пламенных печах, в которых происходит восстановление меди, но из-за высокого содержания в руде соединений железа и серы образуется "медный штейн", в котором содержится 20-50% меди, 20-40% железа и 22-25% серы.

Полученный штейн перерабатывается в черновую медь в конвертерах. Продувая через жидкий штейн воздух, проводят окисление железа, которое всплывает на поверхности в виде окислов, сера выгорает с образованием огромного количества окиси серы, используемой как сырьё для производства серной кислоты.

В результате процесса получают черновую медь (98,5-99,5 % Cu), которую можно использовать для производства медных сплавов, но которая не пригодна для электротехнической промышленности (для производства проводов).

Конвертерный способ получения стали состоит в окислении избыточного углерода продувкой через жидкий чугун кислорода.

При этом, естественно, сгорает и некоторая часть железа. Реакция является экзотермической, поэтому в жидкий чугун можно добавить некоторую часть металлического лома, который при продувке кислородом расплавляется.

Процесс протекает довольно быстро (менее 20 мин). Производительность процесса зависит от объема конвертера (от 3 до 250 тонн).

При таком производстве стали химический состав ее зависит от содержания примесей в руде. Невозможно получить высококачественные легированные стали и переработка стального лома возможна только в ограниченных количествах, в то время как в промышленности накапливается его огромная масса.

Мартеновский способ получения стали заключается в плавке шихты за счет горения топлива, в качестве которого используются

горючие газы, мазут, угольная пыль. При этом возможно производить контроль состава, вводить легирующие элементы.

В зависимости от вида процесса, в печь загружаются:

- жидкий чугун + руда - "рудный процесс".
- твердый чугун + металлический лом - "скраппроцесс"
- жидкий чугун+ металлический лом + руда -"скрапрудный процесс".

Вопросы для самопроверки:

1. В чем заключается сущность производства стали из чугуна? Какие существуют разновидности процессов получения стали?
2. Поясните сущность современных способов повышения качества стали: вакууммированием при разливке, электрошлаковым и вакуумно-дуговым методами переплавки и укажите области применения каждого из них.
3. Охарактеризуйте продукты доменного производства и укажите область применения каждого из них.
4. Опишите существующие способы разливки стали. Чем отличается спокойная сталь от кипящей? Опишите процесс кристаллизации спокойной стали в изложнице.
5. Опишите способы разливки стали. Укажите преимущества и недостатки каждого способа.

Задача №8.1.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0 % C, 2,3 % Si, 0,9 % Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК1, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10 %, флюсы – 3 % металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.2.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,2 % C, 2,4 % Si, 1,1% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК2, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3 % металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.3.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0 % C, 2,3 % Si, 1,5% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК3, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10 %, флюсы – 3 % металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара *Si* и Mn при выплавке.

Задача №8.4.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0 % C, 2,3 % Si, 0,9 % Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК4, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10 %, флюсы – 3 % металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.5.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,2 % C, 2,1 % Si, 1,2 % Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК5, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10 %, флюсы – 3 % металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.6.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,1% C, 2,2% Si, 1,1% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК6, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10 %, флюсы – 3 % металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.7.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 0,9% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК7, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Материал режущей части резца

материал режущей части – пластины из ТС, РК, СТМ					
условие эксплуатации			материал пластины		
обработка	припуск	глубина резания, мм	рекомендуемый для усредненных условий	повышенной износостойкости	повышенной прочности
обтачивание и подрезание					
1. конструкционные, подшипниковые и инструментальные стали (НВ 110-130)					
1.1 мелкие и средние станки					
черно-вая	непрерывный	св. 1,5 до 3	т15к6,мс111	вок- 60,в3, тн20,кнт 16, вп1195	т14к8, вп1255
		св. 3 до 7	Т14К8,МС2210, ВП1255	Т15К6,КНТ16,МС111	Т5К10,МС1460
		св. 7 до 15	Т5К10,МС2215, ВП1255	Т5К12,	МС146
	Прерывистый	св. 1,5 до 3	Т14К8,МС2210, ВП1255	Т15К6,МС111, ВП1195	Т5К10,МС1460
		св. 3 до 7	Т5К10,МС1460	Т14К8,МС2210	Т5К12,МС146
		св. 7 до 15	Т5К12,МС146	Т5К10,МС1460	ТТ7К12
Чистовая	Непрерывный	До 1	ВО-13,ВШ-75	Композит1 0	Т30К4,ТН20
		св. 1 до 3	Т30К4,	ВОК-71	ТН20,ТТ5К6
1.2 Крупные и тяжелые станки					
Черновая	Непрерывный	св. 3 до 7	Т14К8, МС2215	Т15К6,МС111	Т5К10,МС1465
		св. 7 до 15	Т5К10,МС1460	Т14К8,МС2215	Т5К12,МС146
		св. 15 до 45	Т5К10	-	ТТ7К12,Т5К12
Черновая	Прерывитый	св. 3 до 7	Т5К10, МС131	Т15К6, МС2215	МС1465,МС1460
		св. 7 до 15	Т5К10, МС131	Т14К8,ВП5510	Т5К12, МС146

		св. 15 до 45	Т5К12	Т5К10	ТТ7К12
Чисто вая	Непрерывный	до 2	ВОК-60, В3	Композит1 0	Т30К4,Т15К6
		св. 2 до 7	Т30К4	ВОК-60	Т15К6
2. Коррозийно-стойкая сталь					
2.1 Мелкие и средние станки					
Черно вая и чисто вая	Непрерывный	св. 1,5 до 3	ВК6-М	ВК10-ОМ, ВК3,ТТ18 К6, Т15К6	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б
		св. 3 до 7	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК6- М,ТТ18К6	ВК10-ХОМ
		св. 7 до 15	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ,ТТ10К 8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
Черновая и чистова я	Прерывистый	св. 1,5 до 3	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б	ВК6-М	ВК10-ХОМ
		св. 3 до 7	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ,ТТ10К 8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
2.2 Крупные и тяжелые станки					
Черновая и чистовая	Непрерывный	св. 3 до 7	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б	ВК6-М, ВК6-ОМ	ВК10-ХОМ
		св. 7 до 15	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК15-ХОМ
		св. 15 до 30	ВК15- ХОМ,ВК8	ВК10- ХОМ	-
	Прерывистый	св. 3 до 7	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
		св. 7 до 15	ВК15-ХОМ. ВК8	ВК10- ХОМ	-
		св. 15 до 30	ВК15-ХОМ, ВК8	ВК10- ХОМ	-

Таблица №2

Геометрические параметры режущей части резца

Операция	Обрабатываемый материал		Обработка	Припуск	α	γ	γФ	Параметры лезвия при H, мм			
								16:20	25:32	40:50	63:80
	группа	твердость						r=f0, мм			
Резцы из твердого сплава											
Об та чи ва ние и по дре за ние	Констр укцио нная сталь	НВ<240	Чер-новая	непрер	6	10	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
				Пре рыв	5	-6	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
			Чис-товая	Непре рыв.	8	15	-5	0,6-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
		НВ<240 -330	Чер новая	Непре рыв.	6	8	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
				Пре рыв	5	-8	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
			Чис товая	Непре рыв.	8	10	-	0,6-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
	Коррозийностойк ая сталь		Чер новая	Непре рыв.	6	15	-3	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	20	-3	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2
	Чугун, медные сплавы высокой твердости		Чер новая	Непре рыв. Преры в.	6	8	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	10	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6
	Медные сплавы низкой твердости и алюминий		Чер новая	Непре рыв. и пре рыв.	6	15	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,0-1,2	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	25	-	0,6-0,8	0,8-1,0	0,8-1,0	1,2-1,6
	Сталь закаленная и от-беленный чугун		Чис товая	Непре рыв.	12	- 10	-	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2
От ре за ние про	Констр укцио нная сталь	НВ<240	-	-	6	15	-5	0,4-0,6	0,6-0,8	1,2-1,6	1,0-1,2
		НВ<240 -330	-	-	8	10	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	0,8-1,0	1,6-2,0

	Коррозийностойк	-	-	8	15	-3	0,4-	0,6-	1,0-	1,0-

ре за ние	ая сталь						0,6	0,8	1,2	
	Чугун, медные сплавы высокой твердости	-	-	6	8	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4
	Медные сплавы низкой твердости и алюминий	-	-	8	30	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4

Таблица 3

Геометрические параметры режущей части резца (углы в плане)

Типы резцов	Условия работы	Главный угол в плане, φ	Вспомогательный угол в плане, φ1
Резцы проходные	Жесткая система СПИД; L/D<6	10-30	5-10
	Средняя жесткая система СПИД; L/D=6-12	45-60	10-15
	Нежесткая система СПИД; L/D=12-15	75-90	15-20
Резцы подрезные (S поперечная)	-	30-70	25-45
Резцы отрезные, прорезные	-	80-90	1-3
Резцы расточные	Жесткая система СПИД	40-60	20-25
	Нежесткая система СПИД	60-75	20-25

Таблица 4

Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размеры державки резца, мм	Обрабатываемый материал									
		Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочня					Чугун и медные сплавы				
		Подача S мм/об, при глубине t мм									
		До 3	Св.3 до 5	Св.5 до 8	Св.8 до 12	Св.12	До.3	Св.3 до 5	Св.5 до 8	Св. 8 до	Св. 12
До 12	От16*25 до25*25	0,3-0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.20 до	От16*25	0,4-	-	-	-	-	0,4-	-	-	-	-

40	до25*25	0,5					0,5				
>40>60	От16*25 до25*25	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7	-	-	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	-	-
>60 >100	От16*25 до25*25	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	-	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-
>100 >400	От16*25 до25*25	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9	-
>400 >500	От20*30 до40*60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2	0,7-0,9	-
>500 >600	От20*30 до40*60	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,1-1,2	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0
>600 >1000	От25*40 до40*60	1,2-1,8	1,1-1,5	0,9-1,4	0,8-1,4	0,7-1,3	1,5-2,0	1,3-1,8	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2
>1000 >2500	От30*40 до40*60	1,3-2,0	1,3-1,8	1,2-1,6	1,1-1,5	1,0-1,5	1,6-2,4	1,6-2,0	1,4-1,8	1,3-1,7	1,2-1,7

Примечание: 1. Нижнее значения подач соответствует меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхнее значение подач- большим размерам державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.
При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.
При обработке прерывистых поверхностей и при работах с ударными нагрузками табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,75- 0,85.
При обработке закаленных сталей табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,8 для стали HRC 44-56 и на коэффициент 0,5 для стали с HRC 57-62.

Таблица 5

Подачи при прорезании канавок и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Обрабатываемый материал	
		Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	Чугун, медные и алюминиевые сплавы
Токарные, токарно-револьверные станки			
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
Св.20до 40	3-4	0,1-1,12	0,16-0,19
Св.40до 60	4-5	1-0,13-0,16	0,20-0,24
Св.60до 100	5-8	0,16-0,23	0,24-0,32
Св.100до 150	6-10	0,18-0,26	0,3-0,4
Св.150	10-15	0,28-0,36	0,4-0,55
Карусельные станки			

До 2500	10-15	0,35-0,45	0,55-0,60
Св. 2500	16-20	0,45-0,60	0,60-0,70

Примечание: 1. При отрезании сплошного материала диаметром более 60 мм приближение резца к оси детали до 0,5 радиуса; табличные значения подач следует уменьшить на 40%-50%.
Для закаленной конструкционной стали. Табличные значения подач следует уменьшить на 30% при HRC < 50 и на 50% - при HRC>50.
При обработке резцами, установленными в револьверной головке, табличные значения следует умножать на коэффициент 0,8

Таблица 6 Подачи при обтачивании, подрезании и растачивании. Чистовая обработка

Форма пластины	Радиус при вершине r, мм	Подача S мм/об при требуемой шероховатости поверхности											
		Ra=12.5			Ra=6.3			Ra=3.2			Ra=1.6		
		Обрабатываемый материал											
		Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун
Многогранная	0,5	0,51	0,29	0,44	0,34	0,2	0,29	0,21	0,12	0,19	0,13	0,09	0,1
	0,8	0,60	0,34	0,52	0,39	0,24	0,34	0,24	0,14	0,22	0,15	0,11	0,1
	1,2	0,69	0,41	0,61	0,45	0,38	0,39	0,29	0,17	0,27	0,18	0,13	0,1
	1,6	0,77	0,46	0,58	0,50	0,32	0,44	0,31	0,19	0,29	0,1	0,14	0,1
	2,0	0,82	0,50	0,71	0,55	0,35	0,47	0,34	0,21	0,31	0,21	0,16	0,2
	2,5	0,90	0,55	0,77	0,59	0,38	0,51	0,37	0,23	0,34	0,23	0,17	0,2
Круглая	6,0	-	-	-	0,80	-	0,69	0,50	-	0,45	0,32	-	0,3
	9,5	-	-	-	0,91	-	0,81	0,57	-	0,53	0,37	-	0,3
	11	-	-	-	1,0	-	0,85	0,63	-	0,56	0,42	-	0,37

Поправочный коэффициент KS= KS1+ KS2+ KS3, на подачу для измененных

условий работы						
Вид обработки		Обтачивание		Подрезание		Растачивание
KS1		1,0		0,9		0,8
Налич ие СОЖ	БЕЗ сож	С использованием СОЖ	Материал пластины		БРС	ТС	РК
KS2	1,0	1,15	KS3		0,9	1,0	1,1

Таблица 7

Период стойкости резцов

Черновая обработка				Чистовая обработка			
Резцы токарные	Высота державки Н,мм	Пери од стой кости Т, мин для ТС	Пери од стой кости Т, мин для БРС	Резцы токарные	Высота дер-жавк и Н,мм	Период стой кости Т, мин для ТС	Пери-од стой-кос ти Т, мин для БРС
Проход ные	С20по40	30	30	Проход ные	С20по40	60	60
Подрез ные	С50по80	60	60	Подрез ные	С50по80	90	90
Расточ ные	С16по40	30	30	Расточ ные	С16по40	60	60
Отрезные	С16по40	30	30	-	-	-	-
Прорезные	С50по80	60	60	-	-	-	-

Таблица 8

Значение коэффициента CV и показателей степени в формуле скорости резания при обработке резцами

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристи ка подачи S, мм/об	Коэффициент и показатели степени			
			CV	x	y	n
Конструкционная углеродистая сталь						
Наружное продольное точение проходными резцами	ТС	До 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		Св.0,3 до0,7	350		0,35	
		Св.0,7	340		0,45	
То же, резцами с доп. лезвиями	ТС	S<t	292	0,30	0,15	0,18
		S>t		0,15	0,30	
Отрезание	ТС	-	47	-	0,80	0,18
	БРС	-	23,7	-	0,66	

Фасонное точение	БРС	-	22,7	-	0,50	0,3

						0
Нарезание крепежной резьбы	ТС	-	244	0,23	0,30	0,20
	БРС	Черновые ходы: P<2 мм	14,8	0,70	0,30	0,11
		P>2 мм	30	0,60	0,25	0,08
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13
Серый чугун						
Наружное продольное точение проходными	ТС	S<0,40	292	0,15	0,20	0,20
		S>0,40	243		0,40	
То же, резцами с доп. лезвиями	ТС	S<t	324	0,40	0,20	0,28
		S>t		0,20	0,40	
Отрезание	ТС	-	68,5	-	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы	ТС	-	83	0,45	-	0,33
Ковкий чугун						
Наружное продольное точение проходными	ТС	S<0,40	317	0,15	0,20	0,20
		S>0,40	215		0,45	
Отрезание	ТС	-	86	-	0,4	0,20

Таблица 9

Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров резца на скорость резания

Главный угол в плане	Коэффициент $K_{\varphi V}$	Вспомогательный угол в плане φ_1^0	Коэффициент $K_{\varphi 1 V}$	Радиус при вершине	Коэффициент K_{rV}
20	1,4	1	1,0	1	0,9
30	1,2	1	0,97	2	1,0
45	1,0	2	0,94	3	1,0
60	0,9	3	0,91	5	1,3
75	0,8	4	0,87		
90	0,7	5			

Таблица 10

Поправочный коэффициент K_{MV}, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента			
	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь		
	Расчетная формула			
Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	KMV=750/σB	nV K =Cm□ 750 □ —— MV □□ □□ □ □ B □		
Чугун серый	1, 25 KMV= □ 190 □¯¯	nV KMV= □ 190 □ ——		
Чугун ковкий	1, 25 KMV= □ 150 □¯¯	nV KMV= □ 190 □ ——		
Обрабатываемый материал	Коэффициент обрабатываемости Cm	Показатели степени nv		
		точение	сверление	фрезерование
Сталь: Углеродистая (C<0,6%)	1,0	1,75	0,9	0,9
Углеродистая (C>0,6%)	0,8	1,75	0,9	1,0
Автоматная	1,2	1,75	1,0	-
Никелевая	1,0	1,75	0,9	1,0
Хромистая	0,8	1,75	0,9	1,45
Хромоникелевая	0,9	1,50	0,9	1,35
Хромомолибденовая, хром	0,7	1,25	0,9	1,0
Алюминиевая и близкие к ним	0,7	1,25	0,9	1,0
Хромомарганцевая, хромкремневая близкие к ним	0,7	1,50	0,9	1,0
Инструментальная быстрорежущая	0,6	1,25	0,9	1,0
Чугун: Серый	-	1,70	1,3	0,95
Ковкий	-	1,70	1,3	0,85

Таблица 11

Поправочный коэффициент KMV, учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозийно-стойких сталей и сплавов на скорость резания

Марки сталей и сплава	σВ, МПа	Усреднение значение коэф. KMV	Марки сталей и сплава	σВ, МПа	Усредненное значение коэф. KMV
12Х8Н9Т	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13Х11Н2В2М Ф	1100-1460	0,8-0,3	ХН77ТЮ	850-1000	0,40
14Х17Н2	800-1300	1,0-0,75	ХН35ВТ	-	0,26
13Х14Н3В2Ф Р	700-1200	0,5-0,4	ХН70ВМТЮ	950	0,50
17Х12Н8Г8М ФБ	-	0,95-0,72	ХН55ВМТК Ю	1000-1250	0,25
45Х14Н14В2 М	700	1,06	ХН65ВМТЮ	1000-1250	0,20
10Х11Н20Т3Р	720-800	0,85	ХН35ВТЮ	900-1000	0,22
12Х21Н5Т	820-10000	0,65	ВТ3-1; ВТ3	900-950	0,40
20Х23Н18	600-620	0,80	ВТ5; ВТ4	950-1200	0,70
31Х19Н9МВБ Т	600-620	0,40	ВТ6; ВТ8	750-950	0,35
15Х18Н12С4Т Ю	730	0,50	ВТ14	900-1200	0,53-0,43
ХН78Т	780	0,75	12Х13	900-1400	1,5-1,2
ХН75МБТЮ	-	0,53	30Х13; 40Х13	600-1100	1,3-0,9

Таблица 12

Поправочный коэффициент KMV, учитывающий влияние физико- механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

Медные сплавы	KMV	Алюминиевые сплавы	KMV
Гетерогенные: НВ>140 НВ 100-140	 0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), σВ=400-500 МПа, НВ>60	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), σВ=400-500 МПа, НВ>100	0,8
Гомогенные	2,0	Силумин и литейные сплавы σВ=100-200 МПа, НВ>65	1,0
Сплавы с содержанием свинца <10% при основной гомогенной структуре	4,0	Дюралюминий, σВ=300-400 МПа, НВ<140	1,0

Медь	8,0	Дюралюминий, σВ=200-300 МПа,	1,2
Сплавы с содержанием свинца >15%	12,0		

Таблица 13 Поправочный коэффициент K_{nV}, учитывающий состояние поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки					
Без корки	С коркой				
	Прокат	поковка	Стальное и чугунное литье		Медные и алюминиевые сплавы
			обычное	С загрязненной коркой	
коэффициент KnV					
1,0	0,9	0,8	0,8-0,6	0,5-0,6	0,9

Таблица 14

Поправочный коэффициент КИV, учитывающий влияние материала режущей части инструмента на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значение коэффициент КИV в зависимости от марки инструментального материала						
Сталь конструкционная	Т15К12В 0,35	Т5К1 0 0,65	Т14К 8 0,8	Т15К6 1,0	Т30К4 1,4	ВК8 0,4	
Сталь коррозийно- стойкая и жаропрочная	ВК8 1,0	Т5К1 0 1,4	Т15К 6 1,9	Р18 0,3			
Сталь закаленная	HRC 35-50				HRC 51-62		
	Т15К6 1,0	Т30К 4 1,25	ВК6 0,85	ВК4 1,0	ВК6 0,92	ВК8 0,74	ВК8 0,83
Серый и ковкий чугун	ВК8 0,83	ВК6 1,0	ВК4 1,1	ВК3 1,15	ВК2 1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	Р18, Р9 1,0	ВК4 2,5	В68 2,7	9ХС 0,6	ХВГ 0,6	У12 А 0,5	

Таблица 15

Поправочный коэффициент КМР для стали и чугуна, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени мр при определении		
		Составляющей PZ силы резания при обработке резцами	Крутящего момента М и осевой силы Ро при сверлении	Окружной силы резания PZ при фрезеровании
Сталь конструкционная углеродистая и легированная				
σВ<600 МПа		0,75/0,35	0,75/0,75	0,3/0,3
σВ>600 МПа	np	0,75/0,75	0,75/0,75	0,3/0,3
Серый чугун	np КМР= □ НВ □ □ □	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чугун	np КМР= □ НВ □ □ □	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
В числителе приведены значения показателя степени мр для твердого сплава, в знаменателе- для быстрорежущей стали.				

Таблица 16

Значение коэффициента CPZ и показателей степеней в формуле силы резания при обработке резцами

Обрабатываемый материал	Материал режущей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степеней			
			CPZ	x	y	n
Конструкцион ная сталь и стальное литье	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	300	1,0	0,75	-0,15
		То же резцами с доп. лезвиями	384	0,90	0,90	
		Отрезание и прорезание	408	0,72	0,8	0
		Нарезание резьбы	148	-	1,7	0,71

	БРС	Обтачивание, подрезание, растачивание	200	1,0	0,75	0
		Отрезание и	247		1,0	

		прорезание				
		Фасонное точение	212		0,75	
Сталь жаропрочная	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	204	1,0	0,75	0
Серый чугун	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	92	1,0	0,75	0
		То же резцами с доп. лезвиями	123		0,85	
		Нарезание резьбы	103	-	1,8	0,82
	БРС	Отрезание и прорезание	158	1,0	1,0	0
Ковкий чугун	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	81	1,0	0,75	0
		Отрезание и прорезание	139		1,0	
Медные сплавы	БРС	Обтачивание, подрезание, растачивание	55	1,0	0,66	0
		Отрезание и прорезание	75		1,0	
Алюминий и силумин	БРС	Отрезание и прорезание	40	1,0	0,75	0
		Отрезание и прорезание	50		1,0	-

Таблица 17 Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на силу резания PZ при обработке сталей и чугуна

Параметры		Материал режущей части инструмента	Коэффициенты	
Наименование	Вели чина		Обозна чение	Величина коэффициента
Главный угол в плане φ0	30	ТС	Кφ	1,08
	45			1,0
	60			0,94
	90			0,89
	30	БРС		1,08
	45			1,0
	60			0,98
	90			1,08

Передний угол γ0	-15 0 10	ТС	К γ	1,25 1,1 1,0
	12-15 20-25	БРС		1,15 1,0
Угол наклона режущей кромки λ0	-5 0 5 15	ТС	Кλ	1,0 - - -
Радиус при вершине резца r, мм	0,5 1,0 2,0 3,0 4,0	БРС	К r	0,87 0,93 1,0 1,04 1,10

Таблица 18

Поправочный коэффициент $К_{МР}$ для медных и алюминиевых сплавов, учитывающий влияние свойства обрабатываемого материала на силу резания

КМР для медных сплавов						КМР алюминиевых сплавов		
Гетерогенные		С содерж. свинца <10%	С содерж. свинца >15%	Галогенные	Медь	Алюминий и силумин	дюралюмин	
НВ<12 0	НВ<120						σВ<35 0 МПа	σВ>350 МПа
1,0	0,75	0,65-0,70	0,25-0,45	1,8-2,2	1,7-2,1	1,0	2,0	2,75



Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Хазин М. Л.,Глинникова Т. П., Волегов С. А.

Технология конструкционных материалов

Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе по темам «Обработка металлов давлением», «Сварка», «Обработка металлов резанием» для студентов направления бакалавриата: 15.03.01- «Машиностроение», 15.03.02 - «Технологические машины и оборудование» (ТМО) и среднего профессионального образования 15.02.01 -«Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» *очного и заочного обучения*

Екатеринбург
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
методической комиссией
горно-механического факультета
«___» _____ 2016 г.
Председатель комиссии
_____проф. Барановский В. П.

Хазин М. Л., Глинникова Т.П., Волегов С.А.

Технология конструкционных материалов

Учебно-методическоепособие по практической и самостоятельной работе по темам
«Обработка металлов давлением», «Сварка»,
Обработка металлов резанием»
для студентов направления бакалавриата:
150700 - «Машиностроение»,
151000 - «Технологические машиныи оборудование» (ТМО) и среднего профессионального образования
151031 - «Монтаж техническая эксплуатация промышленного оборудования(по отраслям)»
очного и заочного обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2016

Рецензент: *А. П. Комиссаров*, д-р техн. наук, профессор кафедры ГМК Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования 18 ноября 2016 г. (протокол № 3) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Хазин М. Л., Глинникова Т. П., Волегов С. А.

Технология конструкционных материалов: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе по темам «Обработка металлов давлением», «Сварка», «Обработка металлов резанием», «Литье», «Металлургическое производство» для студентов направления бакалавриата: 15.03.01 – «Машиностроение», 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» (ТМО) и среднего профессионального образования 15.02.01 - «Монтаж техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» очного и заочного обучения / М. Л.Хазин, Т. П. Глинникова, С. А. Волегов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. 80 с.

Учебно-методическое пособие составлено для проведения практических и самостоятельных работ по дисциплине "Технология конструкционных материалов" В пособии изложены краткие теоретические сведения о получении металлов и методах их обработки давлением, сваркой, резанием,литьем. Приведены задания по каждой теме в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технология конструкционных материалов», перечень основной и дополнительной литературы. В приложении приводятся справочные таблицы, необходимые для решения задач.

©Хазин М. Л., Глинникова Т. П., Волегов С. А.,
© Уральский государственный горный университет

Оглавление

1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ 5
19. Опишите технологию производства гнутых профилей. 9
1.3. Волочение 9
1.4. Ковка 12
2. СВАРКА 17
2.1. Ручная сварка покрытыми электродами 21
3. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ 31
4. Литье
5. Получение металлов

1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

1.1. Общая характеристика способа

Обработка металлов давлением - один из прогрессивных способов получения заготовок и деталей сложной конфигурации. При этом методе повышается коэффициент использования металла, уменьшаются отходы, улучшаются свойства металла, под влиянием приложенных внешних сил происходит изменение формы заготовок без нарушения их сплошности.

Основной задачей всех видов обработки давлением является придание металлу желаемой формы посредством процесса пластической деформации. В результате пластической деформации изменяются не только форма и размеры заготовки, но и структура и свойства исходного металла.

При обработке металлов давлением в заготовке под действием внешних сил возникают напряжения. Если они невелики, происходит упругая деформация, при которой атомы металла смещаются от положений устойчивого равновесия на очень малые расстояния, не превышающие межатомные. После снятия нагрузки атомы вследствие межатомного взаимодействия возвращаются в исходные положения устойчивого равновесия. Форма тела полностью восстанавливается и никаких остаточных изменений в металле не происходит. С увеличением внешней нагрузки напряжения в заготовке растут, что ведет к смещению атомов от положений устойчивого равновесия на расстояния, значительно превышающие межатомные. После снятия нагрузки атомы занимают новые места устойчивого равновесия, поэтому форма тела не восстанавливается. Такое необратимое изменение формы тела называется **пластической деформацией.** Способность металла подвергаться пластической деформации называется **пластичностью**.

Характер пластической деформации зависит от соотношения процессов упрочнения иразупрочнения. Принято различать виды деформации и, соответственно, виды обработки давлением.

Горячая деформация – деформация, после которой металл не получает упрочнения. Рекристаллизация успевает пройти полностью, новые равноосные зерна полностью заменяют деформированные зерна, искажения кристаллической решетки отсутствуют. Деформация-

имеет место при температурах выше температуры начала рекристаллизации.

Неполная горячая деформация характеризуется незавершенностью процесса рекристаллизации, которая не успевает закончиться, так как скорость ее недостаточна по сравнению со скоростью деформации. Часть зерен остается деформированными и металл упрочняется. Возникают значительные остаточные напряжения, которые могут привести к разрушению. Такая деформация наиболее вероятна при температуре, незначительно превышающей температуру начала рекристаллизации. Ее следует избегать при обработке давлением.

При *неполной холодной деформации* рекристаллизация не происходит, но протекают процессы возврата. Температура деформации несколько выше температуры возврата, а скорость деформации меньше скорости возврата. Остаточные напряжения в значительной мере снимаются, интенсивность упрочнения снижается.

При *холодной деформации*разупрочняющие процессы не происходят. Температура холодной деформации ниже температуры начала возврата.

Холодная и горячая деформации не связаны с деформацией с нагревом или без нагрева, а зависят только от протекания процессов упрочнения и разупрочнения. Поэтому, например, деформация свинца, олова, кадмия и некоторых других металлов при комнатной температуре является с этой точки зрения горячей деформацией.

Основными схемами деформирования объемной заготовки, применяемые в промышленности являются:

– сжатие между плоскостями инструмента – ковка;
– ротационное обжатие вращающимися валками – прокатка;
– затекание металла в полость инструмента – штамповка;
– выдавливание металла из полости инструмента – прессование;
– вытягивание металла из полости инструмента – волочение.

1.2. Методические указания

Изучая обработку металлов давлением, следует обратить внимание на различие между упругой и пластической видами деформации.

Основным видом обработки материалов давлением является прокатка.Рассматривая процесс прокатки, следует изучить схему и сущность процесса: как происходить захват металла валками и какие видыдеформации различают при прокатке. При изучении технологии

изготовления отдельных видов проката надо обратить внимание на последовательность операций выполняемых отдельными машинами и механизмами.

Необходимо усвоить понятия горячей и холодной обработки давлением, явления, которыми они охарактеризуются: наклеп и рекристаллизация.Для обеспечения равномерного прогрева заготовки по высоте и сечению нужно правильно выбрать режим нагрева.

Путем прессования,в отличие от проката, когда используются пластичные материалы, при деформации сплавов пониженной пластичности, можно получать сложные по форме и точные по размеру профили.При изучении прессования необходимо запомнить, что этот способ применяют для обработки давлением труднодеформируемых сталей и сплавов цветных металлов.

Прессование производят на прессах. Изготовление изделий малых сечений методами проката и прессования обычно энергетически нецелесообразно.

Для производства проволоки, прутков, фасонных профилей и труб малого сечения более рационально использовать процесс ***волочения*** материалов. Необходимо понять сущность процесса волочения при получении прутков, фасонных профилей и труб, а также изучить устройство инструмента (волоки) и оборудования (волочильные станы). Технологические операции волочения проводят после предварительной подготовки металлических заготовок: применяют различные виды смазки в зависимости от обрабатываемого металла и его назначения. Волочение проводят обычно в холодном состоянии, что приводит к появлению в металле наклепа. Для снятия наклепа на некоторых этапах волочения применяют промежуточныйили так называемый межоперационный отжиг.

Крупные изделия сложной формы изготавливают методом ковки. Рассматривая технологию свободной ковки, обратите внимание на необходимость учета припусков, допусков и напусков, их размеров и назначения изделий.

При знакомстве с горячей и холодной объемной штамповкой изучите два способа: в открытых и закрытых штампах. Затем следует рассмотреть устройство и принцип работы штамповочных молотов и прессов.

При рассмотрении технологии листовой штамповки следует различать штампы простого, последовательного и совмещенного действия, механизмы подачи и перемещения листового материала, уда-

ления изделий и отходов.Обратите внимание на новые и специальные методы листовой штамповки, их преимущества и недостатки, перспективы развития.

Вопросы для самопроверки:

1. На чем основана обработка металлов давлением? Опишите сущность обработки металлов давлением.
2. В чем заключается преимущество обработки металлов давлением посравнению с обработкой резанием?
3. Как влияет обработка давлением на структуру и свойства металла?
4. Как изменяется микроструктура металла после обработки давлением? Какие нагревательные устройства применяются перед обработкой металла давлением? Опишите их устройство и назначение.
5. Объясните сущность процесса прокатки. Рассмотрите основные виды прокатки.
6. Опишите технологию производства сортовых профилей.
7. Опишите технологию производства листового проката.
8. Опишите технологию производства бесшовных труб.
9. Опишите технологию производства сварных труб.
10. Опишите технологию производства специальных видов проката.
11. Опишите основные операции ковки и применяемый инструмент. Приведите эскизы.
12. Какое оборудование применяется для ковки? Рассмотрите последовательность операций процесса ковки. Опишите их содержание и назначение.
13. В чем заключается сущность процесса горячей объемной штамповки? Приведите схемы штамповки в открытых и закрытых штампах.
14. Какое применяется оборудование для горячей объемной штамповки?
15. Дайте описание технологии холодной штамповки. Ответ иллюстрируйте схемами выдавливания.
16. Рассмотрите технологический процесс прессования (выдавливания) труб.

17. Что такое волочение? Сущность процесса волочения проволоки, применяемое оборудование и порядок выполнения технологических операций.

18. Дайте описание технологического процесса волочения труб, применяемого при этом оборудования и инструментов.

19. Опишите технологию производства гнутых профилей.

Работа №1. Волочение

Краткие теоретические сведения

Волочение это процесс обработки давлением, при котором пластическая деформация заготовки в холодном состоянии осуществляется за счет ее протягивания через постепенно сужающееся отверстие в инструменте, называемом волокой или фильерой. Конфигурация отверстия инструмента определяет форму получаемого профиля изделия.

Схемы волочения прутка и трубы и примеры профилей представлены на рис. 1.1. Волочение труб можно производить без оправки и на оправке, если требуется уменьшить наружный диаметр и толщину стенки.

В связи с тем, что величина деформации за один проход ограничена,товеличина вытяжкинедолжна превышать 1,05 ... 1,5.

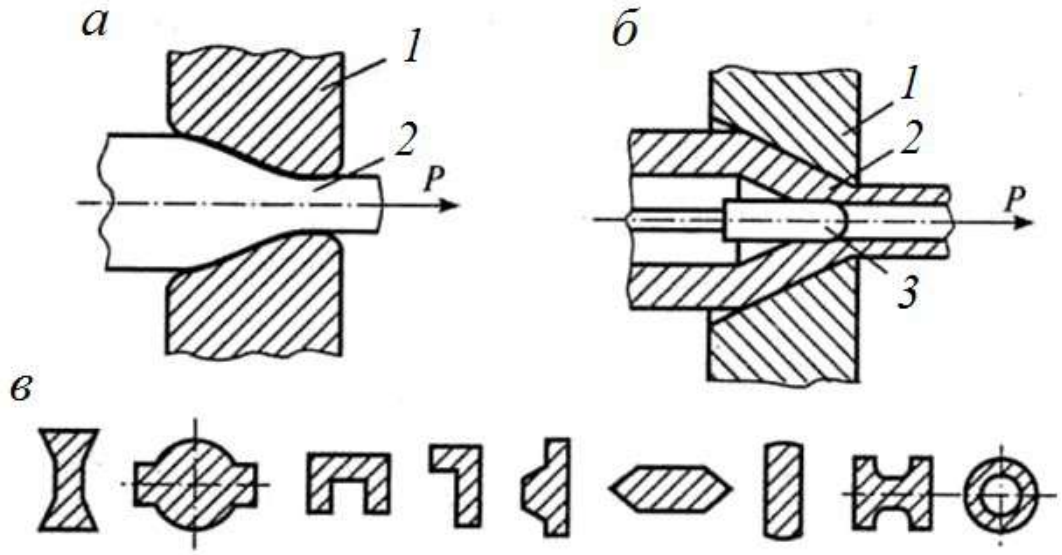


Рис. 1.2. Схемы волочения прутка (*а*), трубы (*б*) и примеры профилей, получаемых волочением (*в*):
1 – фильера; *2* – заготовка; *3* – оправка

Если суммарная деформация металла превышает предельную пластичность (сужение) металла, то необходимо проведение промежуточногорекристаллизационного отжига заготовки перед следующим волочением для устранения пластической деформации и восстановления пластичности металла заготовки. При необходимости отжиг проводится несколько раз.

Истинная деформация, в отличие от относительной деформации, отражает смысл процесса деформирования. При больших деформациях (> 60 %) значения истинной и условной деформаций существенно различаются (истинное удлинение меньше относительного).

Относительное сужение

$$\psi = \frac{S_0 - S_к}{S_к}.$$

Истинное сужение заготовки

$$\varphi = \ln \frac{S_0}{S_к}.$$

Истинная и относительнаядеформация металла заготовкисвязаны между собой соотношением

$$e = \ln\left(\frac{1}{1 - \psi}\right).$$

Общая вытяжка заготовки за весь цикл обработки составляет

$$\mu_{общ} = \left(\frac{d_0}{d_к}\right)^2.$$

Общее истинное сужение заготовки

$$\Psi_{общ} = \psi_1 + \psi_2 + \ldots + \psi_i + \ldots + \psi_n = \sum_{i=0}^{n} \psi_i.$$

Диаметр проволоки после одного прохода

$$d_{п1} = d_0 z = d_0 \sqrt{\frac{1}{\mu_1}}$$

Количество проходов для достиженияпредельной величины истинной деформации

$$n = \frac{\frac{\ln d_к}{d_0}}{\ln z}.$$

где d_0; $d_к$ –начальный и конечный диаметр прутка,мм;

φ – относительная деформация (сужение) заготовки;

n – число проходов;

ψ_i – относительное сужение металла заготовки за i-проход;
μ_i – вытяжка заготовки за i-проход;
S_0 и $S_к$– начальная и конечная площадь основания заготовки, мм^2.

Задача № 1

Определить количество проходов n заготовки, необходимых для получения волочением прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Допустимая вытяжка за проход для материала заготовки составляет μ_i. Определить вытяжку за последний проход, чтобы выдержать заданный диаметр готового изделия $d_к$.

Варианты исходных данных к задаче № 1

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i
1	10	3,0	1,2	11	14	5,0	1,2
2	10	2,5	1,4	12	14	4,0	1,4
3	10	1,0	1,4	13	14	3,0	1,4
4	16	4,0	1,25	14	15	5,0	1,25
5	16	3,0	1,45	15	15	4,0	1,45
6	16	2,0	1,45	16	15	3,0	1,45
7	18	4,0	1,15	17	17	6,0	1,15
8	18	3,0	1,2	18	17	5,0	1,2
9	18	2,0	1,2	19	17	4,0	1,2
10	20	5,0	1,2	20	20	6,0	1,2

Задача № 2

Обосновать необходимость промежуточного отжига заготовки при волочении прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Определить расчетом, после какого прохода необходим рекристаллизационный отжиг, если предельная пластичность (сужение) металла составляетψ (%), а допустимая вытяжка металла за проход - μ_i. Определить также количество отжигов за полный цикл обработки.

Варианты исходных данных к задаче №2

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	ψ	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	ψ
1	12	3,0	1,25	50	11	14	5,0	1,2	50
2	12	2,5	1,3	55	12	14	4,0	1,4	55
3	12	1,5	1,2	60	13	14	3,0	1,4	60

4	14	4,0	1,4	50	14	15	5,0	1,25	50
5	14	3,0	1,35	55	15	15	4,0	1,45	55
6	14	3,0	1,2	60	16	15	3,0	1,45	60
7	16	4,0	1,4	50	17	17	6,0	1,15	50
8	16	5,0	1,35	55	18	17	5,0	1,2	55
9	16	4,0	1,25	60	19	17	4,0	1,2	60
10	18	3,0	1,15	50	20	20	6,0	1,2	50

Задача № 3

Определить необходимое число проходов n и диаметр d_{in} (мм) волоки на отдельных проходах при волочении прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Допустимая вытяжка металла заготовки за проход составляет μ_i.

Варианты исходных данных к задаче №3

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i
1	16	14	1,25	11	15	13	1,25
2	16	12	1,30	12	15	12	1,30
3	16	13	1,20	13	15	11	1,20
4	18	15	1,25	14	17	15	1,25
5	18	14	1,30	15	17	14	1,30
6	18	16	1,20	16	17	13	1,20
7	20	17	1,25	17	19	17	1,25
8	20	16	1,30	18	19	16	1,30
9	10	6,5	1,25	19	9	15	1,25
10	22	20	1,15	20	20	18	1,15

Работа №2. Ковка

Краткие теоретические сведения

Ковка – один из способов обработки металлов давлением, при котором инструмент оказывает многократное воздействие на нагретую заготовку, в результате чего она, деформируясь, постепенно приобретает заданную форму и размеры. Различают ковку ручную и машинную, осуществляемую с помощью молотов и прессов.

К основным операциям машинной ковки относятся осадка, протяжка, прошивка, гибка, сварка, скручивание, отрубка и раскатка (рис. 1.3).

Осадка – уменьшение высоты заготовки при увеличении площади ее поперечного сечения. Осадку производят бойками или осадочными плитами. Заготовки, у которых отношение высоты к диаметру более 2,5, осаживать не рекомендуется во избежание возможного продольного искривления. Осадка части заготовки называется **высадкой**. Операции машинной ковки выполняют на различных типах молотов и гидравлических прессах.

Относительная деформации в направлении осадки

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_1},$$

где h_0 – высота образца до осадки;h_1 – высота образца после осадки.

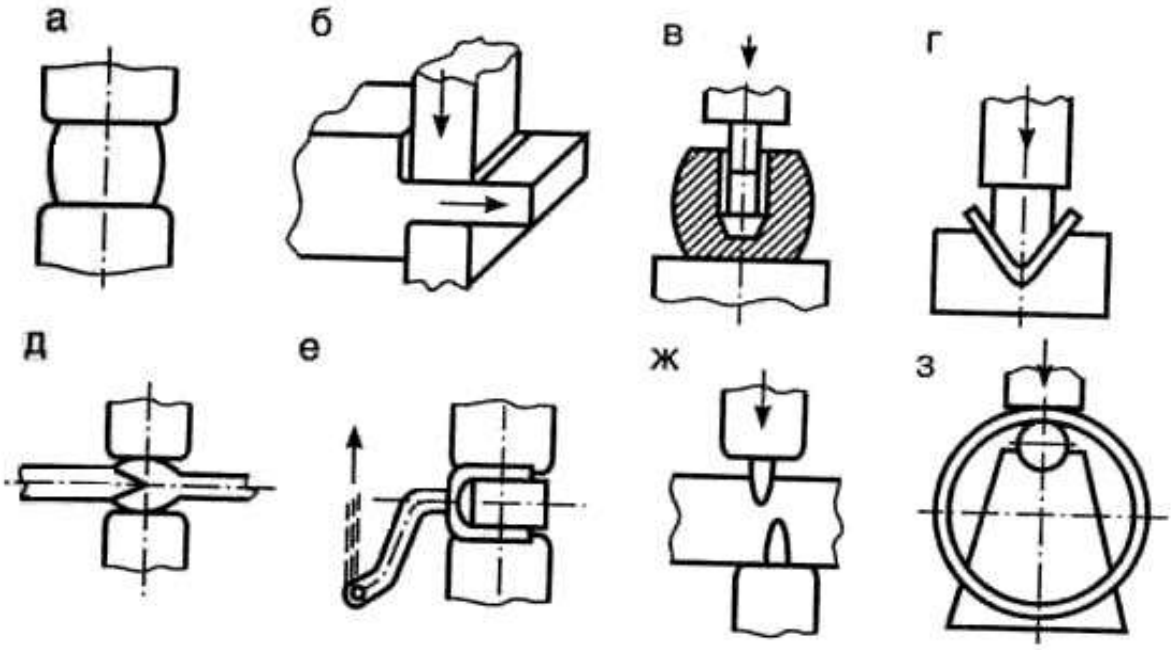


Рис. 1.3. Схема основных операций машинной ковки:
а – осадка; *б* – протяжка; *в* – прошивка; *г* – гибка; *д* – сварка;
е – скручивание; *ж* – отрубка; *з* – раскатка

Удельное усилие при осадке заготовок цилиндрической формы может быть определено по формуле

$$P = \sigma_т\left(1 + \frac{f \cdot d_1}{4h_1}\right),$$

где $\sigma_т$– предел текучести металла при температуре деформации;f– коэффициент трения между заготовкой и инструментом (0,3-0,5);h_1 – высотазаготовки после осадки; d_1–диаметр заготовки после осадки.

Сила деформирования при осадке

$$P_д = P \cdot W \cdot \psi_м \cdot S, \text{ (Н)},$$

где W – скоростной коэффициент при осадке (W = 1 при осадке прессом, S– площадь заготовки при осадке; W = 2,5 при осадке молотом); $\psi_м$ – масштабный коэффициент (табл.1).

Работа деформации

$$A_д = W\psi_м PV\ln\frac{h_0}{h_1}, \text{ (Дж)},$$

где V – объем заготовки, м^3.

Энергия одного удара молота

$$E = mgH\eta, \text{ (Дж)},$$

где m –масса молота, кг;

H– высота падения молота, м;

g– ускорение свободного падения 9,8 м/с^2;

η – коэффициент полезного действия, 0,85.

Средний диаметр осаженной поковки

$$d_1 = d_о\sqrt{(h_о / h_1)}, \text{мм}.$$

Число ударов молота

$$n = \frac{A_д}{E} .$$

Объем осаживаемой заготовки

$$V_0 = \frac{\pi d_0^2 h_0}{4} .$$

Поскольку объем заготовки не изменяется, то диаметр заготовки после осадки

$$d_1 = \sqrt{\frac{4V_0}{\pi h_1}} .$$

Таблица 1.1

Масштабный коэффициент $\psi_м$ для определения усилия деформирования при обработке давлением

Масса поковки, кг	0 - 1500	1500 - 60000	60000 - 80000	80000 -200000
$\psi_м$	10	9 - 8	7 - 6	5 - 4

Таблица 1.2.

Временное сопротивление разрыву (МПа) некоторых сталей при повышенных температурах

Марка стали	Температура испытаний, °С				
	700	800	1000	1100	1200
20	145	96	54	38	23
45	170	110	50	34	27
30ХГС	175	85	37	21	10
40Х	175	98	24	11	11

Примечание: для отожженной углеродистой стали отношение $\sigma_т/\sigma_в$ составляет примерно 0,5; а для отожженной легированной стали – 0,5-0,6.

Таблица 1.3

Температурные интервалы ковки и штамповки конструкционных, углеродистых и легированных сталей

Марки сталей	Рекомендуемый интервал температур ковки в ^{0}С	Марки сталей	Рекомендуемый интервал температур ковки,^{0}С
Ст.0 – Ст.3	1300 - 700	35Х, 38ХА, 40ХА	1180 - 820
Ст.4, Ст.5	1250 - 750	25Н, 30Н, 25НА, 30НА, 12Х18Н12Т	1220 - 800
Ст.6, Ст.7	1200 - 750	40ХГ, 40ХГА	1180 - 800
10, 15	1300 - 750	12ХН2, 12ХН2А, 12ХН3	1180 - 800
20, 25, 30, 35	1250 - 750	30ХН3, 30ХН3А, 37ХН3А	1160 - 850
40, 45, 50, 55	1200 - 750	37ХС, 40ХС, 40ХСА	1150 - 830
15Г, 20Г, 30Г	1230 - 800	27СГ, 35СГ	1230 - 800
40Г, 50Г	1200 - 800	70Г	1180 – 780
40Г2, 45Г2, 50Г2	1180 - 830	15ХГ, 30ХГС	1230 – 850

Температурные интервалы начала и конца ковки для углеродистых сталей

Марка стали	Температуры ковки	
	начала	конца
Ст 1	1300	900
Ст 2	1250	850
Ст 3	1200	850
Сталь У7, У8, У9	1150	800
Сталь У10, У12, У13	1130	870

Задача № Д.1

Определить усилие деформирования $P_д$ гидравлического ковочного пресса, необходимое для осадки стальной заготовки размерами d_0 (мм), h_0(мм) до высоты $h_{пок}$(мм). Температура окончания осадки T = 1100°С.

Варианты исходных данных к задаче № Д.1

№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	$h_{пок}$	№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	$h_{пок}$
1	45	1040	2100	950	11	12Х18 Н12	1040	2100	950
2	40Х	1100	2200	970	12	30	1100	2200	970
3	20	1200	2300	1000	13	30ХГС	1200	2300	100 0
4	30ХГС	1040	2150	960	14	30	1040	2150	960
5	45	1100	2250	950	15	40Х	1100	2250	950
6	40Х	1200	2350	970	16	20	1200	2350	970
7	20	1040	2100	1000	17	12Х18Н12	1040	2100	1000
8	30ХГС	1100	2200	960	18	30	1100	2200	960
9	45	1200	2300	950	19	40Х	1200	2300	950
10	40Х	1040	2100	970	20	12Х18 Н12	1040	2100	970

Задача № Д.2.2

Определить массу молота*m* и число ударов *n*, необходимых для осадки стальной заготовки с начальными размерами d_0 (мм), h_0 (мм) до высоты h_1 (мм). Расчет *m*выполнить для температуры окончания ковки, расчет *n* выполнить для средней температуры ковки при высоте падения молота H= 0,8 м.

Варианты исходных данных к задаче № Д.2.2

№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	h_1	№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	h_1
1	45	100	140	70	11	12Х18Н12	100	140	70
2	40Х	120	300	80	12	30	120	300	80
3	20	150	350	100	13	30ХГС	150	350	100
4	30ХГС	100	150	80	14	30	100	150	80
5	45	120	250	70	15	40Х	120	250	70
6	40Х	130	200	100	16	20	130	200	100
7	20	110	210	80	17	12Х18Н12	110	210	80
8	30ХГС	120	250	120	18	30	120	250	120
9	45	90	80	90	19	40Х	130	180	90

10	40Х	100	150	80	20	12Х18Н12	100	150	80

2. СВАРКА

2.1. Общая характеристика способа

Сварка является наиболее важным способом получения неразъемных соединений из различных материалов, свариваются металлы и сплавы, керамика, стекло, пластмассы, разнородные материалы. Сварка применяется во всех областях техники.

Сварка – технологический процесс получения неразъемных соединений в результате возникновения атомно-молекулярных связей между соединяемыми деталями.

Сварные соединения можно получать двумя принципиально разными путями: сваркой плавлением и сваркой давлением.

Сварка плавлением обычно возможна только в тех случаях, когдасвариваемые металлы образуют при расплавлении единую сварочную ванну, т.е. растворяются друг в друге в жидком состоянии. Поэтому она применяется длясварки однородных металлов.

При *сварке давлением*обязательным является совместная пластическая деформация деталей сжатием зоны соединения. Этим обеспечивается очистка свариваемых поверхностей от пленок загрязнений, изменение их рельефа и образование атомно-молекулярных связей. Пластической деформации обычно предшествует нагрев, так как с ростом температуры уменьшается значение деформации, необходимой для сварки и повышается пластичность металла.

Нагрев свариваемых деталей осуществляется разными способами: электрической дугой, газокислородным пламенем, пропусканием тока, лазером и т.д. По-разному обеспечиваются защита зоны сварки от воздействия воздуха и ее принудительная деформация.

При дуговой сварке источником теплоты является электрическая дуга, которая горит между электродом и заготовкой.Сварочной дугой называется мощный электрический разряд между электродами, находящимися в среде ионизированных газов и паров.

В зависимости от материала и числа электродов, а также способа включения электродов и заготовки в цепь электрического тока различают следующие разновидности дуговой сварки (рис.2.1):

• сварка неплавящимся (графитовым или вольфрамовым) электродом *1* дугой прямого действия *2* (рис. 2.1, *а*), при которой соединение выполняется путем расплавления только основного металла *3*, либо с применением присадочного металла *4;*

• сварка плавящимся электродом (металлическим) *1* дугой прямого действия с одновременным расплавлением основного металла и электрода, который пополняет сварочную ванну жидким металлом (рис. 2.1, *б*);

• сварка косвенной дугой *5*, горящей между двумя, как правило, неплавящимися электродами, при этом основной металл нагревается и расплавляется теплотой столба дуги (рис. 2.1, *в*);

• сварка трехфазной дугой, при которой дуга горит между каждым электродом и основным металлом (рис. 2.1, *г*).

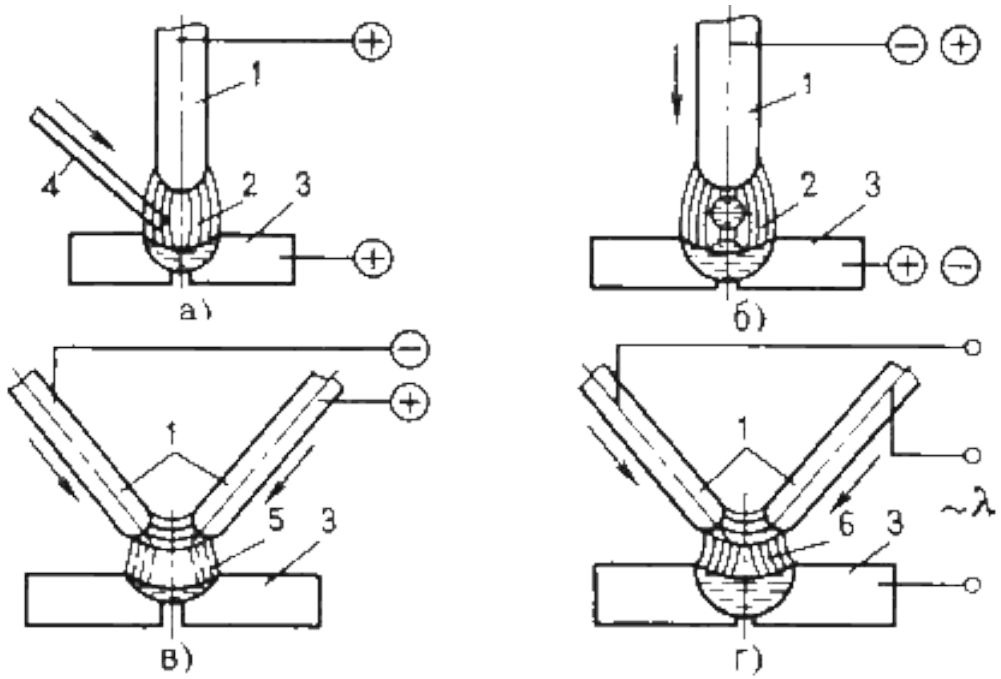


Рис. 2.1. Схемы дуговой сварки

Разновидности дуговой сварки различают по способу защиты дуги и расплавленного металла и степени механизации процесса.

Ручную дуговую сварку (РДС)выполняют сварочными электродами, которые подают вручную в дугу и перемещают вдоль заготовки. В процессе сварки металлическим покрытым электродом дуга горит между стержнем электрода и основным металлом.

Ручная сварка позволяет выполнять швы в любых пространственных положениях: нижнем, вертикальном, горизонтальном, вертикальном, потолочном. Ручная сварка удобна при выполнении корот-

ких криволинейных швов в любых пространственных положениях, при выполнении швов в труднодоступных местах, а также при монтажных работах и сборке конструкций сложной формы.

Электроды для РДС представляют собой проволочные стержни с нанесенным покрытием. Стержень электрода изготовляют из специальной сварочной проволоки из стали повышенного качества-ГОСТ2246-70 предусматривает 56 марок стальной сварочной проволоки диаметром 0,3 – 12 мм. Все марки сварочной проволоки разделяют на 3 группы: углеродистую, легированную и высоколегированную.

По назначению стальные электроды по ГОСТ 9466-75 подразделяют на 4 класса:

- для сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей (ГОСТ 9467-75);
- для сварки теплоустойчивых сталей (ГОСТ 9467-75);
- для сварки высоколегированных сталей (ГОСТ 10052-75);
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами (ГОСТ 1051-75).

Внутри каждого класса электроды делятся на типы (всего 73 типа). В маркировке указывается тип электродов, начинающийся с буквы Э, затем следуют цифры, которые указывают минимальный гарантированный предел прочности в кг/мм^2. Например, Э42 ($\sigma_в \approx$ 420 МПа), Э50 ($\sigma_в$ = 500 МПа). Буква А в обозначении указывает, что металл шва, наплавленный этим электродом, имеет повышенные пластические свойства. Такие электроды применяют при сварке наиболее ответственных швов.

Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей предусмотрено девять типов электродов (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60); для сварки легированных и конструкционных сталей повышенной и высокой прочности пять типов (Э70, Э85, Э100, Э125, Э150) (табл. 5).

Условное обозначение электродов для сварки конструкционных сталей состоит из обозначения марки электрода, типа электрода, диаметра стержня, типа покрытия, номера ГОСТа.

Пример:УОНИ– 13/45 – Э42А – 4,0 – Ф ГОСТ 9467-75.

Расшифровка:

УОНИ – 13/45 – марка электрода;Э42А –тип электрода (Э – электрод для дуговой сварки;42 – минимальный гарантированный предел прочности металла шва в кгс/мм^2; А – гарантируется получе-

ние повышенных пластических свойств металла шва); 4,0 – диаметр электродного стержня в мм;Ф– фтористокальциевый тип покрытия.

Марка электрода (УОНИ – 13/45, АН-1, АНО-1, 03С-6 и др.) характеризует также его технологические свойства: род и полярность тока, возможность сварки в различных пространственных положениях (оговорены в ГОСТе и справочной литературе по сварке).

Основными преимуществами сварных соединений являются: экономия металла; снижение трудоемкости изготовления корпусных деталей; возможность изготовления конструкций сложной формы из отдельных деталей, полученных ковкой, прокаткой, штамповкой.

Сварным конструкциям присущи и некоторые недостатки: появление остаточных напряжений; коробление в процессе сварки; плохое восприятие знакопеременных напряжений, особенно вибраций; сложность и трудоемкость контроля.Дефекты швов являются следствием неправильного выбора или нарушения режима сварки.Виды внешних и внутренних дефектов сварных швов устанавливают методами дефектоскопии.

2.2. Методические указания

Следует ознакомиться с классификацией способов сварки, их краткой характеристикой и особенностями применения в машиностроении, отметив преимущества сварки по сравнению с другими способами изготовления и ремонта деталей.

Обратить внимание на виды дефектов сварки и пайки,причины их возникновения и методы предупреждения.

Вопросы для самопроверки:

1. Опишите физические основы получения сварного соединения.
2. Приведите классификацию методов сварки. Опишите их преимущества и недостатки.
3. Что называется свариваемостью металлов?
4. Какие типы сварных соединений Вы знаете?
5. Изложите различные способы электродуговой сварки.
6. Какие виды автоматизированных процессов сварки Вы знаете?
7. В чем сущность способа автоматической сварки? Начертите ее технологическую схему.
8. Опишите процесс электрошлаковой сварки.
9. Опишите принципиальную схему аргоно-дуговой сварки и ее преимущества перед другими способами сварки в среде защитных газов.

10. В чем состоит сущность газовой сварки?

11. Изложите сущность электродуговой резки металлов. Какое при этом применяется оборудование и каковы принципы его работы?

12. Расскажите о газовой резке металлов и областях ее применения.

13. Приведите примеры контроля качества сварных швов.

14. Опишите технологию контактной роликовой сварки стальных листов.

15. Опишите технологию дуговой сварки под слоем флюса труб большого диаметра изстали 18ХГТ в условиях серийного производства.

16. Начертите схему контактной роликовой (шовной) сварки. Опишите, в чем состоят еедостоинства и недостатки.

17. Изобразите схему контактной точечной сварки. Опишите области ее применения.

18. В чем заключаются физические основы холодной сварки и сварки трением. Области ихприменения.

19. Изложите способы сварки ультразвуком и взрывом, диффузионной сварки в вакууме, газопрессовой сварки.

20. Расскажите о структурных превращениях стали в зоне термического влияния.

21. Каковы особенности сварки и контроля углеродистых и низколегированных сталей?

22. Каковы особенности сварки чугунных отливок?

23. Расскажите о способах сварки Cu, Al и их сплавов.

24. Опишите технологию сварки емкостей из стали 14XI7T толщиной 8 мм. В чем состоитособенность сварки высокохромистых сталей?

25. Какие физические явления сопутствуют пайке металлов? Какие применяются припои икаков их состав?

26. В чем состоят различия в технологии пайки мягкими и твердыми припоями?

27. Приведите примеры дефектов сварных швов и способы их контроля.

28. Опишите методы устранения дефектов сварки и пайки.

2.1. Ручная сварка покрытыми электродами

Краткиетеоретическиесведения

Основной задачей при проведении процесса сварки является разработка режима сварки. Режим дуговой сварки – совокупность факторов, обеспечивающих получение сварочного шва хорошего качества и заданных размеров. К таким факторам относятся род и полярность**сварочного**тока, его величина, тип и марка электрода, его диаметр, напряжение на дуге, положение шва в пространстве, скорость**сварки**.

Род**сварочного**тока – постоянный или переменный – и его полярность зависит от марки и толщинысвариваемогометалла.Эти данные,а также типы и марки электродовприводятся в справочных таблицах.

Диаметр электрода в зависимости от толщинысвариваемыхдеталей можно выбрать по табл. 4.

Присваркемногослойных швов первый шов сваривают электродом диаметром не более 4 мм, а при диаметре электрода большем этого может быть непровар корня шва.

Диаметр электрода присваркевертикальных швов не более 5 мм, потолочных – не более 4 мм независимо от толщинысвариваемогометалла. Привыборедиаметра электрода длясваркиугловых и тавровых соединений принимается во внимание катет шва. Диаметр электрода при катете шва – 3...5-3...4 мм, при катете 6...8-4...5 мм.

Величинасварочноготока в зависимости от диаметра электрода печатается на упаковке электродов.

Длясваркив нижнем положении величинусварочноготока можно определить по формуле:

$$I_{св} = (40...60)\, d,$$

где $I_{св}$ – величина**сварочного**тока, А; 40...60 – коэффициент, зависящий от типа и диаметра электрода; d – диаметр электрода, мм.

При сварке конструкционных сталей:

- для электродов диаметром 3...6 мм величина**сварочного**тока:$\boldsymbol{I_{св} = (20 + 6d)\, d}$**;**
- для электродов диаметром менее 3 мм:$\boldsymbol{I_{св} = 30d}$.

Величина**сварочного**тока зависит как от диаметра электрода, так и от длины его рабочей части, состава покрытия, его положения в пространстве**сварки**.

Интервал изменения $I_{св}$ = 150 ... 400 А, напряжение U = 16 ... 30 В.

Дляпластинстолщинойh<10ммсварнойшоввыполняетсяоднослойным,приh>10мм– многослойным,т.е.заполнениесварныхшвовбольшойтолщиныпроизводитсязанесколькопроходовэлектрода.Чтобыобеспечитькачествошванавсютолщинусвариваемыхизделий, производитсяразделкакромоксвариваемыхповерхностей.Присваркепластинтолщинойhменее6ммразделкакромокнепроизводится,приh>6мм выполняетсяразделкаподугломв30°.

Ручнаясваркаприменяетсядлякоротких-
швов,криволинейных,любыхпространственных,втруднодоступныхме
стахпримонтажеисборкесложныхконструк-
ций.Токипроизводительностьнаплавкиограничены,таккакприбольшо
мтокестерженьэлектроданагреваетсяипокрытиеотслаивается.Плотнос
тьтоканаходитсявпределах10...20А/мм^2.

Учитываязаданнуюмаркусталиивременноесопротивлениеразрыв
а ста-
ли(табл.1),выберитетипэлектрода(табл.5).Еслисварноесоединениедол
жноработатьприударныхнагруз-
ках,выбирайтеэлектродсповышеннымипластическимисвойствами.

Однимизосновныхпараметровврежимаручнойдуговойсваркиявля
етсядиаметрэлектрода$d_э$(мм).Длястыковыхсоединенийдиаметрэлектр
одавыбираютвзависимостиоттолщинысвариваемыхкромок(табл.4).

Втабл.7представленынаиболеечастоприменяемыеэлектроды.

Каждомутипуэлектродасоответствуетнесколькомарок.Втабл.7ук
азаныдиаметрыикоэффициентынаплавкиэлектродов.Коэффициентнап
лавкиоцениваетмассуэлектродногометал-
ла,перешедшуювсварнойшоввтечениечасагорениядуги,отнесеннуюко
дномуамперусварочногото-
ка.Учитывая,чтопроизводительностьсваркипрямопропорциональнако
эффициентунаплав-
ки,атипэлектродаиегодиаметружевыбран,подберитемаркуэлектродаиз
табл.7.

Длинадуги$L_д$(мм)значительновлияетнакачествосварки.Короткая
дугагоритустойчивоиспокой-
но.Онаобеспечиваетполучениевысококачественногошва,таккакраспла
вленныйметаллэлектродабыстропроходитдуговойпромежутокименьш
еподвергаетсяокислениюиазотирова-
нию.Нослишкомкороткаядугавызывает“примерзание”электрода,дуга
прерывает-
ся,нарушаетсяпроцесссварки.Длиннаядугагоритнеустойчивоисхаракт
ернымшипени-
ем.Глубинапроплавлениянедостаточная,расплавленныйметаллэлектр
одаразбрызгиваетсяибольшеокисляетсяиазотируется.Шовполучаетсяб
есформен-
ным,аметаллшвасодержитбольшоеколичествооксидов.Длинудугимож
ноопределитьпоформуле

$$L_д=0,5(d_э+2), \qquad (2.2)$$

где$d_э$–диаметрэлектрода(мм).

Самоеширокоепримененинашладугасжесткойхарактеристикой, когданапряжение$U_д$(В)практическинезависитотсилытокаипропорциональноеёдлине$L_д$.Такаядугагоритустойчивоиобеспечиваетнормальныйпроцесссварки.

$$U_д=a+pL_д,(2.3)$$

где$L_д$–длинадуги(мм),a(В) – коэффициент,характеризующийпадениенапряжениянаэлектродах(прииспользовании стальных электродов a=10-12В),p(В/мм) – коэффициентхарактеризующийпадениенапряжениянa1ммдлиныдуги(p=2,0-2,5В/мм).

Количество металла, необходимого для создания сварного шва $Q_н$ (г)

$$Q_н=10^{-3}lS\gamma,(2.4)$$

гдеl–длинасвариваемогошва(мм),S–площадьпоперечногосеченияшва(мм^2),γ–плотностьэлектродногометалла(длясталиγ=7,8г/см^3).ДляодностороннегостыковогошвабезскосакромокплощадьпоперечногосеченияS:

$$S=bh,(2.5)$$

гдеh–толщинасвариваемогометалла(мм),b–зазор(расстояние)междусвариваемымидеталями(мм).

ДляодностороннегошвасV-образнымскосомдвухкромокплощадьпоперечногосеченияS:

$$S=h(b–1)+0,5(h^2+1),(2.6)$$

гдеhиbуказанныевышеконструкционныеэлементысварногошва.

Величинузазорамеждусвариваемымидеталямиберёмизтабл.3.

Основноевремягорениядуги$t_о$(ч)составляет

$$t_о=Q_н/(I_{св}\cdot\alpha_н),(2.7)$$

где$Q_н$–массанаплавленногометалла(г),$I_{св}$–силасварочноготока(А),$\alpha_н$–коэффициентнаплавки(г/А-ч),(табл.7).

Скоростьсварки$V_{св}$(м/ч)

$$V_{св}=10^{-3}l/t_о,(2.8)$$

гдеl–длинасварногошва(мм),$t_о$–основноевремягорениядуги(ч).

Процесссваркивключаетнетольковремягорениядуги,новспомогательныеопера-ции(установкуэлектрода,поворотдеталиит.д.).Этодополнительноевремязависитоторганизациирабочегоме-ста,квалификациисварщикаиучитываетсякоэффициентомпроизводительностиM.

Полноевремясварки$t_п$(ч)определяемаяпоформуле

$$t_п = t_о / M, \quad (2.9)$$

где$t_о$–основноевремягорениядуги(ч),M–коэффициентпроизводительности,(M=0,6–0,8).

Массурасплавленногометалла$Q_р$(г)можноопределить,подчитавмассурасплавленныхэлектродов

$$Q_р = 10^{-3}\gamma\pi d^2(l_э - l_{ог})\, n/4, \quad (2.10)$$

гдеγ–плотностьэлектродногометалла,$d_э$диаметрэлектрода(мм),$l_э$–длинаэлектрода(мм)(табл.4),$l_{ог}$–длинаогарка(мм),(принимают$l_{ог}$=50мм),n–числоэлектродов.Расходэлектродов(кг)на1кгнаплавленногометалла–1,6-1,7.

Взаключении,определяютполныйрасходэлектроэнергиинасваркуА(кВт·ч)

$$A = I_{св} U_д t_о, \quad (2.11)$$

где$I_{св}$–силасварочноготока(А),$U_д$–напряжениедуги(В),$t_о$–основноевремягорениядуги(ч).

Для расчета основных параметров режима электродуговой сварки воспользоваться табл.2*.

Задача С.1

Разработать технологический процесс ручной дуговой сварки плавящимся электродом с покрытием в нижнем положении со стыковым соединением свариваемых элементов.

В табл. 1 приведены исходные данные для выполнения задания № 1.

Таблица 2.1

Исходные данные для выполнения задания С.1

№ варианта	Марка стали	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, МПа	Толщина свариваемой стали, Н, мм	Длина шва l, мм
0	09Г2СД	450	11,0	460
1	10Г2С1*	500	1,5	400
2	08ГДН*	400	2,0	300
3	15Г	420	2,5	650
4	20	420	3,0	260
5	15*	400	3,5	230
6	Ст3	400	4,0	200

7	14ХГС	500	4,5	180
8	08ГДНФ	500	5,0	150
9	09Г2С*	500	5,5	260
10	12Г2СМФ	700	6,0	240
11	14ГХНМ	700	6,5	200
12	15Х	700	7,0	190
13	16ГС*	500	7,5	340
14	12ГН2МФАЮ	850	8,0	260
15	14Х2ГМР	800	8,5	375
16	20Х	800	9,0	330
17	12ХГН2МФБАЮ	900	9,5	300
18	18ХГТ	1000	10,0	270
19	16Г2АФ	600	10,5	500
20	15Г2СФ	560	11,0	460
21	16Г2АФД	580	11,5	440
22	09Г2*	450	12,0	400
23	20Г	460	12,5	373
24	10ХСНД	540	13,0	347
25	17Г1С	520	13,5	330
226	Ст4	440	14,0	280
27	10Г2*	450	14,5	325
28	25*	460	15,0	310
29	14Г2	460	15,5	290
30	10Г2С1Д	520	16,0	280

* Сварное соединение работает при ударных нагрузках

Задача С.2

Для изготовления из листа толщиной h (мм) цилиндрической обечайки диаметром D (мм) и длиной L (мм) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

Варианты исходных данных для задачи С.2

№ вар	Марка стали	h	D	L	№ вар.	Марка стали	h	D	L
1	Ст3	6	500	1000	11	10	8	700	2000
2	10	7	700	1500	12	20	9	800	2100
3	20	8	800	1600	13	Ст3	6	650	2000
4	Ст3	9	900	2000	14	10	7	650	2200
5	10	6	550	1500	15	20	8	850	2500
6	20	7	600	2000	16	Ст3	9	1000	2500
7	Ст3	8	750	2200	17	10	6	700	1700

8	10	9	950	2500	18	20	7	550	1600
9	20	6	600	1900	19	Ст3	8	900	2000
10	Ст3	7	500	1200	20	10	9	1100	2300

Задача С.3

Для изготовления из листа толщиной h (мм) конического днища для обечайки диаметром D (мм) с углом конуса α (град) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

Варианты исходных данных для задачи С.3

№ вар.	Марка стали	h	D	α	№ вар.	Марка стали	h	D	α
1	10	6	500	45	11	20	6	550	80
2	20	7	700	50	12	Ст3	7	650	75
3	Ст3	8	800	55	13	10	8	750	70
4	10	9	900	60	14	20	9	850	65
5	20	6	1000	70	15	Ст3	6	950	60
6	Ст3	7	1200	75	16	10	7	1100	55
7	10	8	800	80	17	20	8	650	50
8	20	9	900	85	18	Ст3	9	750	45
9	С3	6	700	0	19	10	6	50	80
10	10	7	600	85	20	20	7	950	85

Задача С.4

Для изготовления из листа толщиной h (мм) конического перехода длиной L (мм) между трубопроводами D (мм), d (мм) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

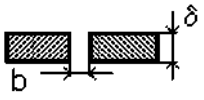
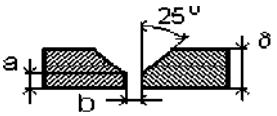
Варианты исходных данных для задачи С.4

№ вар.	Марка стали	h	L	D	d	№ вар.	Марка стали	h	L	D	d
1	20	6	100	203	127	11	Ст3	6	250	299	159
2	Ст3	7	200	219	133	12	10	7	350	325	168
3	10	8	300	245	140	13	20	8	300	203	140
4	20	9	350	273	146	14	Ст3	9	200	219	146
5	Ст3	6	250	294	152	15	10	6	100	245	152
6	10	7	150	325	159	16	20	7	150	273	159

7	20	8	300	203	133	17	Ст3	8	250	299	168
8	Ст3	9	200	219	140	18	10	9	350	325	180
9	10	6	100	245	146	19	20	6	300	203	146
10	20	7	150	273	152	20	Ст3	7	200	219	152

Таблица 3

Тип сварного шва

Наименование соединения	Условное обозначение	Форма подготовки кромок	Толщина металла h, мм	Зазор b, мм	Выполнение шва
Шов стыковой односторонний без скоса кромок	С2		1,5–2,5 3,0–4,0	1 2	
Шов стыковой односторонний с V-образным скосом двух кромок	С17		4,5–7,5 8,0–13,5 14,0–16,0	3 4 5	

a – притупление кромок, a = 1 мм

Таблица 4

Диаметр электрода

Толщина свариваемого металла h, мм	1,5–2,0	2,5–4,0	4,5–7,0	7,5–10,0	Более 10,0
Диаметр электрода $d_э$, мм	2	3	4	5	6
Коэффициент пропорциональности k, А/мм	30	35	40	45	50
Длина электрода $l_э$, мм	250	300	350	450	450

Таблица 2.5

Тип электрода

Тип электрода	Механические свойства металла сварного шва		
	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$,	Относительное удлинение ε,	Ударная вязкость KCU, МДж/м^2

	МПа	%	
Э38	380	14	0,3
Э42	420	18	0,8
Э42А	420	22	1,5
Э46	460	18	0,8
Э46А	460	22	1,4
Э50	500	16	0,7
Э50А	500	20	1,3
Э55	550	20	1,2
Э60	600	18	1,0
Э70	700	14	0,6
Э85	850	12	0,5
Э100	1000	10	0,5
Э125	1250	8	0,4
Э150	1500	6	0,4

Таблица 2.7

Марка электрода

Тип электрода	Марка электрода	Диаметр электрода $d_э$, мм	Коэффициент наплавки $\alpha_н$, г/А·ч
Э42	ОЗС-23	2; 3	8,5
	ВСЦ-4	3; 4	9,5
	ОМА-2	2; 2,5; 3	8
	АНО-6	4; 5	10
Э42А	УОНИ-13/45	2; 2,5; 3; 4; 5	8,5
	СМ-11	3; 4; 5	10
Э46	АНО-4	3; 4; 5	8,5
	ОЗС-6	3; 4; 5; 6	10
	МР-3	3; 4; 5; 6	7,5
	ОЗС-21	3; 4; 5	8,5
Э46А	ВН-48	2,5; 3; 4; 5; 6	11
	ОЗС-22Р	3; 4; 5; 6	10
	УОНИ-13/55К	3; 4; 5	9,5
Э50	ВСЦ-4А	3; 4	9,5
Э50А	УОНИ-13/55	2; 2,5; 3; 4; 5	9
	АНО-11	3; 4; 5	9,5
	ДК-50	4; 5	10
Э55	УОНИ-13/55У	4; 5; 6	10
Э60	ВСЦ-60	5; 6	10
	УОНИ-13/65	2; 2,5; 3; 4; 5	9,5
	ОЗС-24	3; 4	9,5

Э70	ВСФ-75У	4	9
Э85	УОНИ-13/85	2; 2,5; 3; 4; 5	10
	НИАТ-3М	2; 2,5; 3; 4; 5	9,5
	ВСФ-85	3; 4	9,5
Э100	ОЗШ-1	2; 2,5; 3; 4; 5	8,5

Таблица 2*

Расчет основных параметров режима электродуговой сварки

№	Определяемая величина	Буквенное обозначение, ед. измерения	Расчетная формула или источник информации	Численная величина
1	Тип сварного шва	С...	табл. 3	С 17
2	Тип электрода	Э...	табл. 5	Э 46
3	Диаметр электрода	$d_э$, мм	табл. 4	6
4	Марка электрода		табл. 7	ОЗС-6
5	Коэффициент пропорциональности	К, А/мм	табл. 4	50
6	Сила сварочного тока	$I_{св}$, А	$I_{св} = Kd_э$	300
7	Длина дуги	$L_д$, мм	$L_д = 0{,}5(d_э + 2)$	4
8	Напряжение дуги	$U_д$, В	$U_д = \alpha + \beta L_д$	18
9	Площадь поперечного сечения	S, мм^2	$S = b \cdot h$	
			$S = 8(h - 1) + 0{,}5(h_2 + 1)$	94
10	Масса наплавленного металла	$Q_н$, г	$Q_н = 10\text{-}3lS\gamma$	337,27
11	Коэффициент наплавки	$\alpha_н$, г/А·ч	табл. 7	10
12	Основное время горения дуги	$t_о$, ч	$t_о = Q_н / I_{св}\,\alpha_н$	0,11
13	Скорость сварки	$V_{св}$, м/ч	$V_{св} = 10\text{-}3l/t_о$	4,09
14	Полное время сварки	$T_п$, ч	$T_п = t_о/M$	0,22
15	Длина электрода	$l_э$, мм	табл. 4	450
16	Число слоев	n	табл. 6	4
17	Масса расплавленного металла	$Q_р$, г	$Q_р = 10\text{-}3\gamma\pi d_э^2(l_э - l_{ог})n/4$	352,68
18	Коэффициент потерь	ψ, %	$\psi = 10^2(Q_р - Q_н)/Q_р$	4,4
19	Расход электроэнергии на сварку	А, кВт-ч	$А = I_{св}U_д t_о$	594
20	Зазор (расстояние) между свариваемыми деталям	В, мм	табл. 3	

21	Длина сварного шва	l , мм	табл. 1	

$\alpha = 10$, $\beta = 2$; $\gamma = 7{,}8$ г/см^3; $l_{ог} = 50$ мм; $M = 0{,}5$

3. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

3.1. Общая характеристика способа

Обработка резанием – технологический процесс изготовления деталей, заключающийся в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев материала с образованием стружки.

Для осуществления процесса резания необходимо относительное движение между заготовкой и режущим инструментом. Совокупность относительных движений инструмента и заготовки, необходимых для получения заданной поверхности, называют кинематической схемой обработки. Движения резания – это движения, обеспечивающие снятие слоя металла со всей обрабатываемой поверхности.

Примеры схем обработки различных поверхностей (рис. 3.1).

На обрабатываемой заготовке различают три поверхности: обработанную (3), полученную на заготовке в результате обработки; обрабатываемую (*1*), подлежащую обработке, и поверхность резания (*2*), образуемую режущей кромкой инструмента (рис. 1, *а – г*).

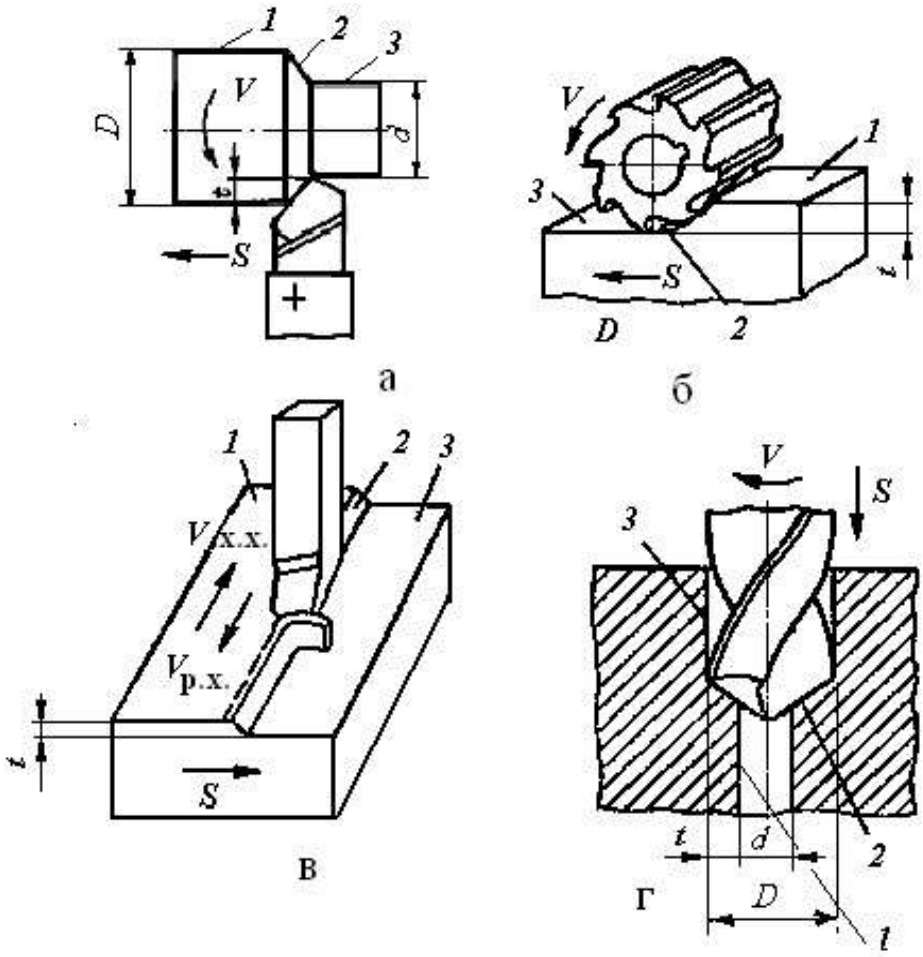


Рис. 3.1 Схемы обработки заготовок:
а) точением. *б*) фрезерованием, *в*) строганием,
г) сверлением (рассверливанием)

Процесс обработки задаётся **режимом резания**. Элементами режима резания являются **скорость резания, подача и глубина резания**. Совокупность этих значений принято называть **режимом резания**. Режим резания выбирается в следующей последовательности:

- глубина резания – *t*,
- подача – *S*,
- скорость резания – *V*.

Глубина резания – определяется как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное по нормали. Глубина резания измеряется в мм (рис. 1.1).

$t = (D - d)/2$ (*а* и *г* – при точении и рассверливании);

$t = d/2$(при сверлении); $t = H - h$ (*б* и *в*)при фрезеровании и строгании)

Глубина резания зависит от следующих факторов:

– величины припуска *а* (слой металла, подлежащий удалению в процессе обработки),

– вида обработки (черновая или чистовая),

– мощности станка.

Глубина резания может быть равна припуску $t = a$, или $t = a / i$, если припуск снимается за несколько проходов (i – количество ходов, за которое снимется весь припуск при данной глубине резания).

***Подача* (*S*)** – это перемещение заготовки или инструмента в направлении движения подачи за цикл движения резания.

При точении и сверлении подача задается в миллиметрах за 1 оборот (мм/об), при фрезеровании подача может быть задана в миллиметрах на зуб (мм/зуб), в миллиметрах в минуту (мм/мин), при строгании – в миллиметрах за двойной ход стола (мм / дв. х).

Величина подачи зависит от требований к обработанной поверхности: шероховатости и точности поверхности – чем выше точность и чистота обработки, тем меньше величина подачи.

Скорость резания* (*V*)** – скорость перемещения точки режущей кромки инструмента относительно заготовки. Скорость резания измеряют в метрах в минуту ***при всех видах обработки резанием, кроме шлифования и полирования (метры в секунду).

Если главное движение резания является вращательным, то скорость резания определяется по формуле

$$V = \pi D n /1000,$$

где D – диаметр заготовки или инструмента, мм; n – частота вращения заготовки или инструмента, об/мин.

При возвратно-поступательном движении скорость резания определяется по формуле

$$V = 2L n (k + 1) /1000,$$

где L – длина хода инструмента или детали при обработке данной поверхности, мм;

n – число двойных ходов в минуту ($n = 500 \cdot V / L \cdot (k + 1)$);

k– коэффициент отношения скорости рабочего хода к скорости холостого хода ($k = V_{рх}/V_{хх}$).

К элементам процесса резания относится также основное технологическое время $T_о$, затрачиваемое непосредственно на обработку резанием данной поверхности (изменение формы и размеров заготовки).

Основное время определяется по формуле:

$$T_о = L \cdot i / S \cdot n,$$

где $L = l + l_1 + l_2$,

l – длина обрабатываемой поверхности,

l_1 – величина врезания инструмента,
l_2 – величина перебега инструмента.

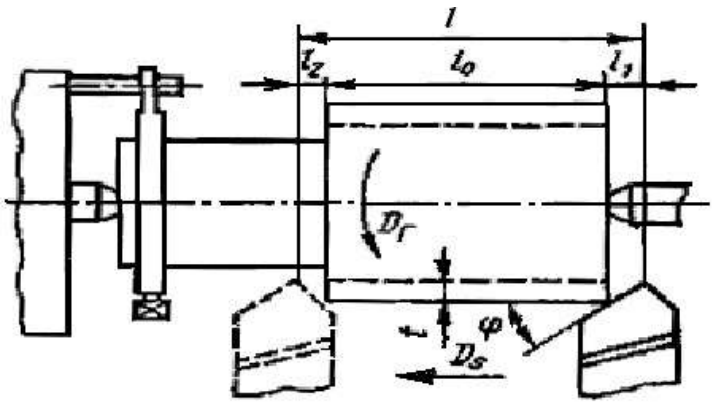


Рис. 1.2. Схема к расчётуT_o при обработке цилиндрической поверхности

3.2. Методические указания

Обработка металлов резанием связана с превращением в стружку значительного количества металлов. Это привело к тому, что обработка резанием в некоторой степени потеснена малоотходными технологиями (точное литье, обработка давлением и др.). Однако обработка резанием остается главным средством изготовления высокоточных деталей в машиностроении с заданной точностью и чистотой поверхности.Резание металлов представляет собой сложный процесс, включающий ряд взаимодействующих явлений, к которым относится: упругое и пластическое деформирование, интенсивное трение, выделение тепла, образование нароста, явление наклепа, износ инструмента, усадка стружки.

При изучении этой темы следует обратить внимание на физико-химические процессы, происходящие при резании, и их роль в формировании поверхностного слоя обрабатываемой детали. Необходимо разбираться в видах режущих инструментов и способах их эффективного использования.

Необходимо ознакомиться с современным состоянием развития теории и технологии обработки материалов резанием, классификацией поверхностей и методов их обработки, требованиями к технологичности деталей, обрабатываемых резанием, кинематикой процесса резания, классификацией движений и геометрией срезаемого слоя.

Следует запомнить определение, обозначения и размерности элементов режима резания, элементы резца и его углы.

Изучите силы, действующие на резец, влияние различных показателей на скорость резания, а также скоростное и силовое резание как резерв повышения производительности труда.

При изучении материалов, из которых изготовляются резцы, следует обратить внимание на марки быстродействующих и твердых сплавов, особенно на минералокерамические сплавы, имеющие высокую износостойкость и дешевые в изготовлении.

Высокие требования, предъявляемые к технико-эксплуатационным характеристикам современных машин, обеспечиваются высокой точностьюразмеров и другими показателями качества деталей этих машин. Поэтому роль металлорежущих станков для высококачественной обработки деталей в машиностроении не уменьшается.

Современные станки – это сложные разнообразные механизмы, использующие различные методы осуществления движений и управления рабочим циклом, обеспечивающие обработку деталей любой конфигурации и различных размеров.

При изучении темы следует обратить внимание на движения инструмента и детали при обработке на различных станках. Необходимо разбираться в технологических возможностях станков разных видов.

Следует изучить принятую в России классификацию металлорежущих станков, подробно рассмотреть приводы и передачи станков различных групп. Для чтения кинематических схем станков нужно знать условные обозначения различных узлов в соответствии с ГОСТами.

Необходимо рассмотреть основные виды токарных, сверлильных, расточных, строгальных, долбежных, протяжных, фрезерных, шлифовальных работ, применяемые инструменты, а также технологические требования, предъявляемые к деталям, обрабатываемым на различных станках.

Все металлорежущие станки разделяют на группы по характеру выполняемых работ и виду применяемых инструментов. Подробно рассмотрите принятую в России классификацию и уясните единую систему условного обозначения станков, понимаемую как нумерация. Затем подробно рассмотрите технологии обработки резанием, выполняемые на разных металлорежущих станках.

Обработка на токарных станках. С использованием рисунков рассмотрите основные узлы токарно-винторезного станка и поймите, почему токарные станки часто называют универсальными. Проанализируйте типы станков токарной группы.

Обработка на сверлильных и расточных станках. Поймите, что понимают под обработкой круглых отверстий на станках сверлильной группы.

Обработка на фрезерных станках. Уясните, что такое фрезерование и какие типы фрез для этого используют.

Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках. С учетом видов обработки поверхностей строганием выделите особенности этой группы станков. Изучите типаж инструментов, используемых для этих целей. Составьте схему работ на станках этой группы.

Обработка на шлифовальных и отделочных станках. Изучите процесс шлифования и инструмент, используемый для этих целей. Обратите внимание, что шлифование также относится к операциям резания и разберите с чем это связано. Рассмотрите методы шлифования и типы шлифовальных станков. Для всех рассмотренных технологийрезания изучите возможные виды работ.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего используют станки токарной группы?
2. Почему токарные станки часто называют универсальными?
3. Что понимают под зенкованием и развертыванием крупных отверстий.
4. Какие основные типы фрез существуют?
5. В чем особенности строгальных станков?
6. Что понимают под процессом шлифования?
7. Что понимают под абразивным инструментом?
8. Для каких целей используют в механообработке роботы и манипуляторы?

Токарная обработка

Задача. На токарно-винторезном станке производится наружное продольное точение заготовки D=68 мм до d=62 мм (рис. 2). Длина обрабатываемой поверхности l=280мм, длина заготовки L= 430 мм. Шероховатость обработанной поверхности Ra=25 мкм. Заготовка -

поковка стальная 40Х с пределом прочности 700 МПа. Способ крепления заготовки - в центрах. Обработка ведется с охлаждением.

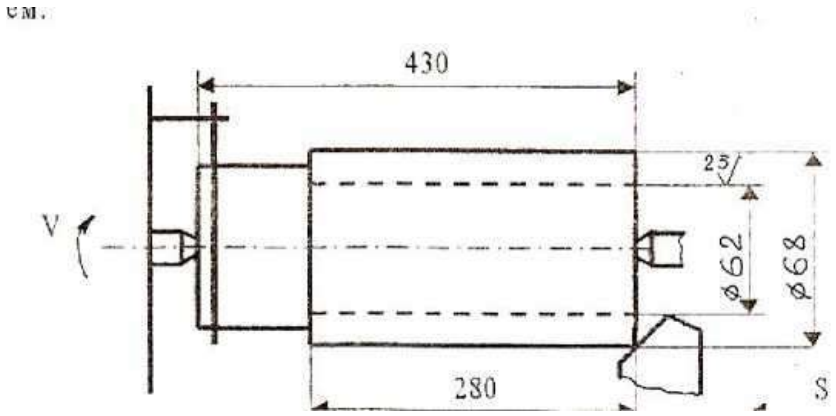


Рис. 2. Схема обработки

Необходимо:
Выбрать токарный станок;
Выбрать режущий инструмент;
Выполнить эскиз резца;
Назначить режимы резания;
Определить машинное время.

Решение

Исходя из условий задачи (размеров заготовки, характера обработки), выбираем токарно-винторезный станок модели 16К20, имеющий следующие технические характеристики: мощность двигателя $N_{дв}$=10 КВт, к.п.д.=0,75, высота центров =215 мм, расстояние между центрами 2000 мм.

Материал режущей части инструмента выбираем исходя из физико-механических свойств обрабатываемого материала и характера обработки (Приложение таблица 1). При черновом обтачивании конструкционной стали марки 40Х с глубиной резания t= 3 мм на средних станках рекомендован твердый сплав марки Т15К6 (WC-79%, TiC-15%, Co-6%) либо быстрорежущая сталь марки Р6М5 (W-6%, Mo-5%, C-1%). Так как в последнее время большее предпочтение отдано инструменту из твердого сплава, выбираем материал пластинки Т15К6. Державка резца изготавливается из качественной конструкционной стали группы 1 марки 45 ($\sigma_в$=610 МПа, НВ= 197).

При выборе значений геометрических параметров резца следует учитывать материал заготовки, вид обработки, материал режущей

части инструмента, сечение державки и жесткость системы СПИД (Приложение таблицы 2, 3). Выбираем форму передней поверхности резца - радиусную с фаской. Фаску с отрицательным передним углом делают для упрочнения режущей кромки резца с пластинками из твердого сплава. Радиусная лунка обеспечивает завивание сходящей стружки. Геометрические параметры режущей части (рис. 3): передний угол γ=10° (при черновой обработки конструкционных материалов с НВ<240), задний угол α =6° (при черновой обработке), угол наклона главной режущей кромки λ =0 (точение без ударных нагрузок), углы в плане φ =45°, φ' =15° (при жесткой системе СПИД), угол фаски$\gamma_ф$=-5°, ширина фаски *f*=0,8 мм.

Используя выбранные данные геометрических параметров режущей части резца, выполним эскиз токарного проходного резца с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6, сечение державки 16 × 25 мм.

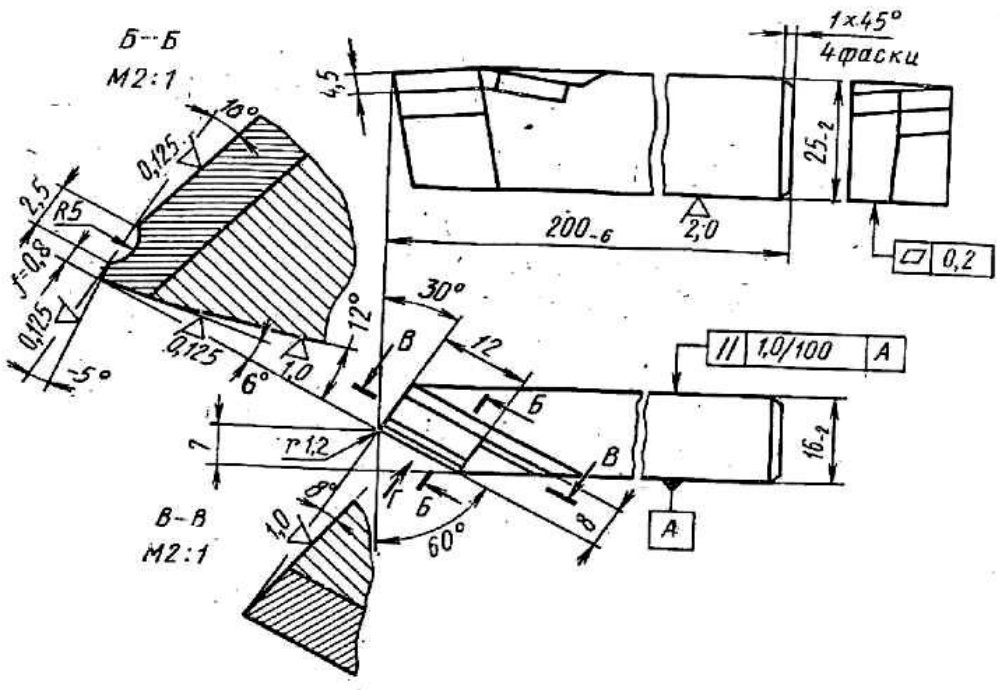


Рис. 3. Эскиз резца

Назначаем режимы резания.

Глубину резания определяем по формуле

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{68 - 62}{2} = 3 \text{ (мм)}$$

Т. к. при черновой обработке за один проход инструмента можно снять *t*=5-7 мм, то данная обработка будет проходить за один про-

ход. Причем шероховатость обработанной поверхности Ra=25 мкм будет обеспечена.

Подачу назначаем по таблице 4 (Приложения). Для обработки заготовки из конструкционной стали, диаметром до 100 мм, глубинной резания t=3мм, сечением державки 16×25 мм - подача $S_{таб}$=1,2 мм/об.

Данную подачу корректируем по паспорту станка 16К20, выбрав ближайшее меньшее значение:

$$S_ф = 1 \text{ мм/об.}$$

Период стойкости определим по таблице 9 (Приложения):

$$T = 30 \text{ мин.}$$

Скорость резания при наружном точении определяем по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{30^{0,2} 3^{0,15} 1^{0,45}} 0,97 = 142 \text{ (м/мин).}$$

$K_V = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,97$, где

$K_{MV} = \frac{750}{700} = 1,07$, $K_{ПV} = 1$, $K_{ИV} = 1$, $K_{φV} = 1$, $K_{φW} = 0,97$, $K_г = 0,94$.

(Приложение таблицы 11,12,15,16 согласно заданным условиям). Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости резания, по формуле (3)

$$n_р = \frac{1000 V_р}{\pi D} = \frac{100 \cdot 142}{3,14 \cdot 68} = 665 \text{ (об/мин).}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка 16К20,выбрав фактическое значение частоты вращения из ближайшего меньшего.

$$n_ф = 500 \text{ об/мин.}$$

Определяем действительную скорость резания по формуле (5)

$$V_д = \frac{\pi D n_ф}{1000} = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 500}{1000} = 107 \text{ (м/мин).}$$

Определяем мощность, затраченную на резание, по формуле (6) и силу резания по

$$P_Z = C_{PZ} \cdot t^{Y} \cdot S_Ф \cdot V_Д \cdot K_{PZ}, \quad (5)$$

Из таблицы 16 (Приложения) выписываем коэффициенты и показатели степеней для данных условий обработки. C_{PZ}=300, x=1, y=0,75, n=0,15.

Учитываем поправочный коэффициент на силу резания K_{PZ}, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_{PZ} = K_{MPZ} K_{\varphi} K_{\gamma} K_{\lambda} K_{r} = 0{,}94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}94$$

Численные значения этих коэффициентов выбираем в таблице 15, 16 (Приложения):

$K_{MPZ} = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0{,}94$, K_{φ} = 1, при $\varphi = 45^{o}$; K_{γ} = 1 при = 10^{o}; K_{λ} = 1 при $\lambda = 0^{o}$;

K_r на силу резания при заданных условиях обработки не влияет.

$$P_Z = C_{PZ} \cdot t^{X} \cdot Sj \cdot V_{Д} \cdot K_{PZ} = 300 \cdot 3^{1} \cdot 1^{0,75} - 107^{-0,15} \cdot 0{,}94 = 419(\text{Н}).$$

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_{д}}{60 \cdot 1020} = 7{,}1 \ \text{кВт}.$$

Проверяем достаточность мощности привода станка по условию:

$$N_e < N_{CT}$$

На станке 16К20 N_{CT}=10 · 0,75 = 7,5 кВт.

7,1<7,5, т.е. обработка возможна.

• Определяем основное технологическое время по формуле

$$L = I + y + \Delta = 280+3+2=285 \ (\text{мм}),$$

где длина обрабатываемой поверхности l=280 мм, величина врезания $y = t \cdot \text{ctg}\varphi = 3 \cdot \text{ctg}45^{0} = 3 \cdot 1 = 3(\text{мм})$, величину перебега принимаем Δ=2 мм.

Тогда

$$t_0 = \frac{Li}{n_{ф} S_{ф}} = \frac{285 \cdot 1}{500 \cdot 1} = 0{,}57 \ (\text{мин}).$$

Задача Р.1.

Определить минутную подачу резца $\boldsymbol{S_м}$ (мм/мин) при обтачивании на токарном станке заготовки диаметром $\boldsymbol{D}$ (мм) со скоростью резания $\boldsymbol{v}$(м/мин) и подачей резца за один оборот заготовки$\boldsymbol{S}$(мм/об)**.**

Варианты исходных данных к задаче Р.1

№	*D*	*V*	*S*	№	*D*	*V*	*S*
1	140	88	0,6	11	387	233	0,6
2	37	233	0,43	12	90	177	0,43
3	90	177	0,87	13	120	119	0,87
4	120	119	0,7	14	72	280	0,7
5	72	280	0,78	15	64	200	0,78
6	64	200	0,17	16	160	80	0,17
7	160	80	0,18	17	54	170	0,18
8	54	170	0,3	18	43	216	0,3
9	43	216	0,23	19	210	133	0,23
10	210	133	0,52	20	140	88	0,52

Задача Р.2.

Определить основное время $\boldsymbol{T_0}$при подрезании сплошного торца заготовки диаметром $\boldsymbol{D_0}$(мм) на токарном станке за один проход. Припуск на обработку (на сторону) $\boldsymbol{h}$(мм)**.** Частота вращения шпинделя $\boldsymbol{n}$(об/мин)**;** подача резца $\boldsymbol{S}$(мм/об)**.** Резец проходной отогнутый с главным углом в плане $\boldsymbol{\varphi}$**=** 45°**.** Перебег резца $\boldsymbol{\Delta}$**=** 1…3 мм**.** Начертить схему обработки поверхности.

Варианты исходных данных к задаче Р.2

№	*D*	*h*	*n*	*S*	№	*D*	*h*	*n*	*S*
1	140	2,5	1000	0,32	11	300	2	1250	0,32
2	37	3	800	0,43	12	90	3	800	0,43
3	90	2	2000	0,24	13	120	1	2000	0,87
4	120	3	315	0,12	14	72	2	315	0,7
5	72	1,5	800	0,28	15	64	2	800	0,78
6	64	3	500	0,17	16	160	3,5	500	0,17
7	160	2	1250	0,18	17	54	1,5	1250	0,18
8	54	3	400	0,3	18	43	2	400	0,3
9	43	2	630	0,23	19	210	1,8	630	0,23
10	210	1,5	1250	0,52	20	140	2,3	1250	0,52

Задача Р.3.

Определить основное время T_0при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы с наружным диаметромD(мм) и внутренним – d(мм), на токарном станке резцом с пластиной из твердого сплава**.** Частота вращения шпинделя n(об/мин)**;** подача резца S(мм/об)**.** Перебег резца Δ**=** 1…2 мм**.** Начертить схему обработки поверхности.

Варианты исходных данных к задаче Р.3

№	*D*	*h*	*n*	*S*	№	*D*	*h*	*n*	*S*
1	140	80	1000	0,32	11	300	120	1250	0,32
2	70	35	800	0,43	12	90	30	800	0,43
3	90	40	2000	0,24	13	120	60	2000	0,87
4	120	65	315	0,12	14	72	34	315	0,7
5	72	36	800	0,28	15	64	24	800	0,78
6	64	20	500	0,17	16	160	70	500	0,17
7	160	80	1250	0,18	17	54	20	1250	0,18
8	54	25	400	0,3	18	43	10	400	0,3
9	43	20	630	0,23	19	210	120	630	0,23
10	210	100	1250	0,52	20	140	100	1250	0,52

Задача Р.4.

Определить мощность $N_{рез}$, затрачиваемую на резание и моментсопротивления резанию $M_{ср}$, если при продольном точении заготовкидиаметромD(мм) со скоростью резания V(м/мин) тангенциальнаясила резания составила P_z(Н). Начертите схему расположения составляющих силы резания для рассматриваемого случая обработки резанием.

Варианты исходных данных к задаче Р.4

№	*D*	*V*	P_z	№	*D*	*V*	P_z
1	140	75	2750	11	380	75	2750
2	160	130	2200	12	90	170	2200
3	90	170	3000	13	120	119	3000
4	120	110	1050	14	72	120	1050
5	75	180	2050	15	64	200	2050
6	64	100	3000	16	160	80	3000
7	160	80	4000	17	54	170	4000
8	80	170	1600	18	43	160	1600
9	30	150	1500	19	210	133	1500

10	210	130	1000	20	140	88	1000

Для решения предлагаемых задач по резанию металлов и режущему инструменту следует пользоваться справочными таблицами [5-9] и справочными материалами Приложения В, а также источниками [1;4].

5. Литейное производство

5.1. Общая характеристика способа

Литьё - получение изделий путем заливки жидкого металла в формы и егопоследующего затвердевания.

Теоретически, литьем можно получить сколь угодно сложное по форме изделие. На практике, литьё, как и все методы формообразования, имеет существенные ограничения.

Они связаны:

- с трудностями изготовления формы для заливки жидкого металла;

- с невозможностью заполнения жидким металлом сколь угодно тонкого

рельефа; это технологическое свойство металла, называемое

"жидкотекучестью", связано с вязкостью жидкого металла, его поверхностным натяжением, смачиваемостью материала формы жидким металлом и рядом других факторов;

- с усадкой металла при застывании, которая определяется разностью объемов, занимаемых жидким и затвердевшим металлом и изменением его объема (размеров) при охлаждении до комнатной температуры. Усадка, а особенно неравномерное охлаждение отливки в форме, приводит к ее короблению, возникновению внутренних напряжений, а, иногда, даже к разрушению.

Однако литьё позволяет получать самые сложные по форме изделия, в том числе и произведения искусства…

Литьё - древнейший технологический процесс. В средние века литьем изготавливали колокола для церквей, пушки, монументы и т.д.

5.2. Методические указания

Литейное производство - отрасль машиностроения, использующаяся для изготовления фасонных заготовок или деталей путем заливки расплавленного металла в специальную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки (детали).

При изучении этой темы необходимо рассмотреть такие явления как жидкотекучесть, усадка, трещинообразование, газовые раковины и пористость отливок.

Затем необходимо разобраться в технологических процессах получения отливок различными способами: в песчано-глинистых формах, в оболочковых формах, по выплавляемым моделям, в металлических формах (кокилях), центробежным литьем под давлением, специализированными способами.

Студент должен последовательно рассмотреть литье в металлические формы (кокиль), центробежное литье, точное литье по выплавляемым моделям, литье в оболочковые формы.

Далее необходимо рассмотреть технологические этапы получения отливки, то есть сборку и заливку литейных форм, охлаждение отливок, их выбивку и очистку.

Затем следует ознакомиться с особенностями изготовления отливок из различных сплавов.

Изучить оборудование, применяемое в литейных цехах для плавки и проведения других технологических операций.

Особое внимание следует обратить на основные виды дефектов отливок, отметив влияние нарушений технологического процесса и нетехнологичности конструкций отливок на появление различных видов брака литья. Рекомендуется ознакомиться с современными методами и аппаратурой, применяемой для контроля всех стадий процесса изготовления отливок и используемых материалов. Следует четко уяснить, какие дефекты можно подвергнуть исправлению, и какие отливки являются окончательным браком.

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимается под жидкотекучестью литейных сплавов? Как проводят испытания на жидкотекучесть сплавов?
2. Что такое усадка литейных сплавов? Опишите способы предупреждения усадочныхраковин и пористости отливок.
3. В результате, каких явлений образуются трещины в отливках? Как бороться с этим видом брака?

4. Какие применяются меры для уменьшения возможности образования газовых раковин и пористости отливок?

5. Какие формовочные и стержневые смеси используют в литейном производстве? Их характеристики и методы испытания.

6. Дайте описание схемы работы литейного конвейера. Рассмотрите вопросы механизации и автоматизации изготовления литейных форм.

7. Машины для получения отливок под давлением, схема их устройства и принцип действия. Области применения отливок, изготовленных способом литья под давлением.

8. Перечислите свойства серого чугуна как литейного и конструкционного материала.

Укажите, для каких целей применяются в машиностроении чугунные отливки? Приведите химические составы нескольких марок серого и модифицированного чугунов с указанием их механических свойств.

9. Изложите способы получения ковкого чугуна: виды ковкого чугуна, в чем особенности изготовления литейных форм для получения ковкого чугуна?

10. Опишите технологию изготовления отливок из алюминиевых сплавов.

11. Опишите технологию изготовления отливок из магниевых сплавов.

12. Опишите технологию отливок из медных сплавов.

13. Назовите виды дефектов при получении отливок и способы их устранения. Как, с применением какой аппаратуры и на каких стадиях изготовления производится контроль отливок?

6. Основы металлургического производства

6.1. Общая характеристика способа

Металлы и их сплавы в настоящее время являются основным материалом для производства машин, приборов и других технических устройств.

Это определяется сочетанием их свойств, которым в данное время не обладают другие конструкционные материалы.

К таким свойствам относятся:

- механические: прочность, твердость, пластичность, ударная вязкость ...

- теплофизические: жаропрочность, теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения...

- химические: устойчивость в агрессивных средах, биологическая инертность

- технологические: свариваемость, литейные свойства (жидкотекучесть, степень усадки при затвердевании, склонность к ликвации элементов), пластичность...

Современное металлургическое производство представляет собой комплекс различных производств, базирующихся на месторождениях руд и коксующихся углей, энергетических комплексах. Оно включает:

– шахты и карьеры по добыче руд и каменных углей;

– горно-обогатительные комбинаты, где обогащают руды, подготавливая их к плавке;

– коксохимические заводы (подготовка углей, их коксование и извлечение из них полезных химических продуктов);

– энергетические цехи для получения сжатого воздуха (для дутья доменных печей), кислорода, очистки металлургических газов;

– доменные цехи для выплавки чугуна и ферросплавов или цехи для производства железорудных металлизованных окатышей;

– заводы для производства ферросплавов;

– сталеплавильные цехи (конвертерные, мартеновские, электросталеплавильные);

– прокатные цехи (слиток в сортовой прокат).

Основная продукция чёрной металлургии:

– чугуны: передельный, используемый для передела на сталь, и литейный, для производства фасонных отливок;

– железорудные металлизованные окатыши для выплавки стали;

– ферросплавы (сплавы железа с повышенным содержанием марганца, кремния, ванадия, титана и т.д.) для легированных сталей;

– стальные слитки для производства проката,

– стальные слитки для изготовления крупных кованных валов, дисков (кузнечные слитки).

Основная продукция цветной металлургии:

– слитки цветных металлов для производства проката;

– слитки для изготовления отливок на машиностроительных заводах;

– лигатуры – сплавы цветных металлов с легирующими элементами для производства сложных легированных сплавов;

– слитки чистых и особо чистых металлов для приборостроения и электротехники.

6.2. Методические указания

Получение чугуна в доменных печах относится к пирометаллургическому способу. Исходными материалами являются руды, флюсы и топливо. Изучите виды руд, флюсы и их назначение, топливо, используемое при производстве чугуна, принцип работы доменной печи и физико-химические процессы, протекающие при получении чугуна. Ознакомьтесь со способами прямого восстановления железа из руды, этапами этого процесса.

Ознакомьтесь с рудами для получения меди, алюминия, магния, титана; способами их обогащения. Изучите работу агрегатов для получения этих металлов, способы рафинирования.

Краткие теоретические сведения

Процессы получения стали из чугуна и скрапа сводятся к снижению примесей и углерода путем окислительных процессов с сталеплавильных печах. Ознакомьтесь с принципом работы современных конвертеров, мартеновских и электродуговых печей. Изучите физико-химические процессы, протекающие в печах. Изучите способы разливки стали и ознакомьтесь с технико-экономическими показателями различных способов получения стали.

Восстановление металла проводится несколькими способами.

Термохимическое восстановление металла осуществляется воздействием на соединение металла каким-либовосстановителем при высокой температуре.Термохимическим способом восстанавливают многие металлы.

Например, железо обычно содержится в руде в виде окислов Fe_2O_3 или Fe_3O_4 и восстанавливается угарным газом (CO), образующимся при горении кокса (продукта переработки каменного угля) в доменных печах. В зонах 4-6 происходит горение кокса в потоке воздуха поступающего через фурмы и образуется угарный газ при тем-

пературе 1600-1750°С, который, воздействуя на окислы железа, приводит к их восстановлению:

$$Fe_2O_3 + CO \text{ --- } Fe_3O_4 + CO_2 + Q$$
$$Fe_2O_3 + CO_2 \text{ --- } FeO + CO_2 - Q$$
$$FeO + CO \text{ --- } Fe + CO_2 + Q$$

Образующееся железо, в виде капель, стекает в горн, откуда периодически выпускается. Сверху печи также периодически происходит подсыпка шихты (смеси руды, кокса и флюсов). Таким образом горение в печи поддерживается непрерывно в течении длительного времени, от 5 до 10 лет.

В образующемся железе при высокой температуре растворяется углерод кокса, что приводит к получению сплава железа с углеродом, при содержании последнего выше 2% (но не более 6,67%). Такой сплав весьма тверд и хрупок и называется чугуном.

Суточная производительность доменной печи достигает 2500 тонн чугуна.Хотя чугун, как конструкционный материал, применяется для отливкизаготовок различных деталей машин (станины, корпуса двигателей, зубчатые колеса и т.д.) , но большая его часть перерабатывается в сталь – сплав железа с углеродом при содержании углерода менее 2%.

Понизить содержание углерода в чугуне и, тем самым, превратить его всталь можно окисляя избыточный углерод в жидком чугуне. Для этогопримeняются конвертерный и мартеновский методы получения стали.

Плавку медных руд ведут в пламенных печах, в которых происходит восстановление меди, но из-за высокого содержания в руде соединений железа и серы образуется "медный штейн", в котором содержится 20-50% меди, 20-40% железа и 22-25% серы.

Полученный штейн перерабатывается в черновую медь в конвертерах. Продувая через жидкий штейн воздух, проводят окисление железа, которое всплывает на поверхности в виде окислов, сера выгорает с образованием огромного количества окиси серы, используемой как сырьё для производства серной кислоты.

В результате процесса получают черновую медь (98,5-99,5 % Cu), которую можно использовать для производства медных сплавов, но которая не пригодна для электротехнической промышленности (для производства проводов).

Конвертерный способ получения сталисостоит в окислении избыточного углерода продувкой через жидкий чугун кислорода.

При этом, естественно, сгорает и некоторая часть железа. Реакция является экзотермической, поэтому в жидкий чугун можно добавить некоторую часть металлического лома, который при продувке кислородом расплавляется.

Процесс протекает довольно быстро (менее 20мин).Производительность процесса зависит от объема конвертера (от 3 до250тонн).

При таком производстве стали химический состав ее зависит от содержания примесей в руде. Невозможно получить высококачественные легированные стали и переработка стального лома возможна только в ограниченных количествах, в то время как в промышленности накапливается его огромная масса.

Мартеновский способ получения стализаключается в плавке шихты за счет горения топлива, в качестве которого используютсягорючие газы, мазут, угольная пыль.При этом возможно производить контроль состава, вводить легирующие элементы.

В зависимости от вида процесса, в печь загружаются:

- жидкий чугун + руда - "рудный процесс".
- твердый чугун + металлический лом - "скраппроцесс"
- жидкий чугун+ металлический лом + руда -"скрапрудный процесс".

Вопросы для самопроверки:

1. В чем заключается сущность производства стали из чугуна? Какие существуют разновидности процессов получения стали?
2. Поясните сущность современных способов повышения качества стали: вакууммированием при разливке, электрошлаковым и вакуумно-дуговым методами переплавки и укажите области применения каждого из них.
3. Охарактеризуйте продукты доменного производства и укажите область применения каждого из них.
4. Опишите существующие способы разливки стали. Чем отличается спокойная сталь от кипящей? Опишите процесс кристаллизации спокойной стали в изложнице.
5. Опишите способы разливки стали. Укажите преимущества и недостатки каждого способа.

Задача №8.1.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 0,9% Mn. Выплавка производится вагранoчным способом из чушко-

вого чугуна ЛК1, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.2.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,2% C, 2,4% Si, 1,1% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК2, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.3.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 1,5% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК3, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара *Si* и Mn при выплавке.

Задача №8.4.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 0,9% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК4, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.5.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,2% C, 2,1% Si, 1,2% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК5, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компо-

ненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.6.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,1% C, 2,2% Si, 1,1% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК6, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.7.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 0,9% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК7, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Материал режущей части резца

материал режущей части – пластины из ТС, РК, СТМ					
условие эксплуатации			материал пластины		
обработка	припуск	глубина резания, мм	рекомендуемы й для усредненных условий	повышенной износостойкости	повышенной прочности
обтачивание и подрезание					
1. конструкционные, подшипниковые и инструментальные стали (НВ 110-130)					
1.1 мелкие и средние станки					
черно-вая	непрерывный	св. 1,5 до 3	т15к6,мс111	вок- 60,в3, тн20,кнт 16, вп1195	т14к8, вп1255
		св. 3 до 7	Т14К8,МС2210, ВП1255	Т15К6,КНТ16,МС111	Т5К10,МС1460
		св. 7 до 15	Т5К10,МС2215, ВП1255	Т5К12,	МС146
	Прерывистый	св. 1,5 до 3	Т14К8,МС2210, ВП1255	Т15К6,МС111, ВП1195	Т5К10,МС1460
		св. 3 до 7	Т5К10,МС1460	Т14К8,МС2210	Т5К12,МС146
		св. 7 до 15	Т5К12,МС146	Т5К10,МС1460	ТТ7К12

Чистовая	Непрерывный	До 1	ВО-13,ВШ-75	Композит1 0	Т30К4,ТН20
		св. 1 до 3	Т30К4,	ВОК-71	ТН20,ТТ5К6
1.2 Крупные и тяжелые станки					
Черновая	Непрерывный	св. 3 до 7	Т14К8, МС2215	Т15К6,МС111	Т5К10,МС1465
		св. 7 до 15	Т5К10,МС1460	Т14К8,МС2215	Т5К12,МС146
		св. 15 до 45	Т5К10	-	ТТ7К12,Т5К12
Черновая	Прерывитый	св. 3 до 7	Т5К10, МС131	Т15К6, МС2215	МС1465,МС1460
		св. 7 до 15	Т5К10, МС131	Т14К8,ВП5510	Т5К12, МС146

		св. 15 до 45	Т5К12	Т5К10	ТТ7К12
Чисто вая	Непрерывный	до 2	ВОК-60, В3	Композит1 0	Т30К4,Т15К6
		св. 2 до 7	Т30К4	ВОК-60	Т15К6
2. Коррозийно-стойкая сталь					
2.1 Мелкие и средние станки					
Черно вая и чисто вая	Непрерывный	св. 1,5 до 3	ВК6-М	ВК10-ОМ, ВК3,ТТ18 К6, Т15К6	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б
		св. 3 до 7	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК6- М,ТТ18К6	ВК10-ХОМ
		св. 7 до 15	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ,ТТ10К 8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
Черновая и чистова я	Прерывистый	св. 1,5 до 3	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б	ВК6-М	ВК10-ХОМ
		св. 3 до 7	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ,ТТ10К 8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
2.2 Крупные и тяжелые станки					
Черновая и чистовая	Непрерывный	св. 3 до 7	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б	ВК6-М, ВК6-ОМ	ВК10-ХОМ
		св. 7 до 15	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК15-ХОМ
		св. 15 до 30	ВК15- ХОМ,ВК8	ВК10- ХОМ	-
	Прерывистый	св. 3 до 7	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
		св. 7 до 15	ВК15-ХОМ. ВК8	ВК10- ХОМ	-
		св. 15 до 30	ВК15-ХОМ, ВК8	ВК10- ХОМ	-

Таблица №2

Геометрические параметры режущей части резца

Операция	Обрабатываемый материал		Обработка	Припуск	α	γ	γФ	Параметры лезвия при H, мм			
								16:20	25:32	40:50	63:80
	группа	твердость						r=f0, мм			
Резцы из твердого сплава											
Об та чи ва ние и по дре за ние	Констр укцио нная сталь	НВ<240	Чер-новая	непрер	6	10	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
				Пре рыв	5	-6	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
			Чис-товая	Непре рыв.	8	15	-5	0,6-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
		НВ<240 -330	Чер новая	Непре рыв.	6	8	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
				Пре рыв	5	-8	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
			Чис товая	Непре рыв.	8	10	-	0,6-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
	Коррозийностойк ая сталь		Чер новая	Непре рыв.	6	15	-3	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	20	-3	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2
	Чугун, медные сплавы высокой твердости		Чер новая	Непре рыв. Преры в.	6	8	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	10	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6
	Медные сплавы низкой твердости и алюминий		Чер новая	Непре рыв. и пре рыв.	6	15	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,0-1,2	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	25	-	0,6-0,8	0,8-1,0	0,8-1,0	1,2-1,6
	Сталь закаленная и от-беленный чугун		Чис товая	Непре рыв.	12	- 10	-	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2
От ре за ние про	Констр укцио нная сталь	НВ<240	-	-	6	15	-5	0,4-0,6	0,6-0,8	1,2-1,6	1,0-1,2
		НВ<240 -330	-	-	8	10	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	0,8-1,0	1,6-2,0

	Коррозийностойк	-	-	8	15	-3	0,4-	0,6-	1,0-	1,0-

ре за ние	ая сталь						0,6	0,8	1,2	
	Чугун, медные сплавы высокой твердости	-	-	6	8	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4
	Медные сплавы низкой твердости и алюминий	-	-	8	30	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4

Таблица 3

Геометрические параметры режущей части резца (углы в плане)

Типы резцов	Условия работы	Главный угол в плане, φ	Вспомогательный угол в плане, φ1
Резцы проходные	Жесткая система СПИД; L/D<6	10-30	5-10
	Средняя жесткая система СПИД; L/D=6-12	45-60	10-15
	Нежесткая система СПИД; L/D=12-15	75-90	15-20
Резцы подрезные (S поперечная)	-	30-70	25-45
Резцы отрезные, прорезные	-	80-90	1-3
Резцы расточные	Жесткая система СПИД	40-60	20-25
	Нежесткая система СПИД	60-75	20-25

Таблица 4

Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размеры державки резца, мм	Обрабатываемый материал									
		Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочня					Чугун и медные сплавы				
		Подача S мм/об, при глубине t мм									
		До 3	Св.3 до 5	Св.5 до 8	Св.8 до 12	Св.12	До.3	Св.3 до 5	Св.5 до 8	Св. 8 до	Св. 12
До 12	От16*25 до25*25	0,3-0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.20 до	От16*25	0,4-	-	-	-	-	0,4-	-	-	-	-

40	до25*25	0,5					0,5				
>40>60	От16*25 до25*25	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7	-	-	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	-	-
>60 >100	От16*25 до25*25	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	-	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-
>100 >400	От16*25 до25*25	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9	-
>400 >500	От20*30 до40*60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2	0,7-0,9	-
>500 >600	От20*30 до40*60	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,1-1,2	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0
>600 >1000	От25*40 до40*60	1,2-1,8	1,1-1,5	0,9-1,4	0,8-1,4	0,7-1,3	1,5-2,0	1,3-1,8	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2
>1000 >2500	От30*40 до40*60	1,3-2,0	1,3-1,8	1,2-1,6	1,1-1,5	1,0-1,5	1,6-2,4	1,6-2,0	1,4-1,8	1,3-1,7	1,2-1,7

Примечание: 1. Нижнее значения подач соответствует меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхнее значение подач- большим размерам державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.
При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.
При обработке прерывистых поверхностей и при работах с ударными нагрузками табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,75- 0,85.
При обработке закаленных сталей табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,8 для стали HRC 44-56 и на коэффициент 0,5 для стали с HRC 57-62.

Таблица 5

Подачи при прорезании канавок и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Обрабатываемый материал	
		Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	Чугун, медные и алюминиевые сплавы
Токарные, токарно-револьверные станки			
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
Св.20до 40	3-4	0,1-1,12	0,16-0,19
Св.40до 60	4-5	1-0,13-0,16	0,20-0,24
Св.60до 100	5-8	0,16-0,23	0,24-0,32
Св.100до 150	6-10	0,18-0,26	0,3-0,4
Св.150	10-15	0,28-0,36	0,4-0,55
Карусельные станки			

До 2500	10-15	0,35-0,45	0,55-0,60
Св. 2500	16-20	0,45-0,60	0,60-0,70

Примечание: 1. При отрезании сплошного материала диаметром более 60 мм приближение резца к оси детали до 0,5 радиуса; табличные значения подач следует уменьшить на 40%-50%.
Для закаленной конструкционной стали. Табличные значения подач следует уменьшить на 30% при HRC< 50 и на 50% - при HRC>50.
При обработке резцами, установленными в револьверной головке, табличные значения следует умножать на коэффициент 0,8

Таблица 6 Подачи при обтачивании, подрезании и растачивании. Чистовая обработка

Форма пластины	Радиус при вершине r, мм	Подача S мм/об при требуемой шероховатости поверхности											
		Ra=12.5			Ra=6.3			Ra=3.2			Ra=1.6		
		Обрабатываемый материал											
		Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун
Многогранная	0,5	0,51	0,29	0,44	0,34	0,2	0,29	0,21	0,12	0,19	0,13	0,09	0,1
	0,8	0,60	0,34	0,52	0,39	0,24	0,34	0,24	0,14	0,22	0,15	0,11	0,1
	1,2	0,69	0,41	0,61	0,45	0,38	0,39	0,29	0,17	0,27	0,18	0,13	0,1
	1,6	0,77	0,46	0,58	0,50	0,32	0,44	0,31	0,19	0,29	0,1	0,14	0,1
	2,0	0,82	0,50	0,71	0,55	0,35	0,47	0,34	0,21	0,31	0,21	0,16	0,2
	2,5	0,90	0,55	0,77	0,59	0,38	0,51	0,37	0,23	0,34	0,23	0,17	0,2
Круглая	6,0	-	-	-	0,80	-	0,69	0,50	-	0,45	0,32	-	0,3
	9,5	-	-	-	0,91	-	0,81	0,57	-	0,53	0,37	-	0,3
	11	-	-	-	1,0	-	0,85	0,63	-	0,56	0,42	-	0,37

Поправочный коэффициент KS= KS1+ KS2+ KS3, на подачу для измененных

условий работы						
Вид обработки		Обтачивание		Подрезание		Растачивание
KS1		1,0		0,9		0,8
Налич ие СОЖ	БЕЗ сож	С использованием СОЖ	Материал пластины		БРС	ТС	РК
KS2	1,0	1,15	KS3		0,9	1,0	1,1

Таблица 7

Период стойкости резцов

Черновая обработка				Чистовая обработка			
Резцы токарные	Высота державки Н,мм	Пери од стой кости Т, мин для ТС	Пери од стой кости Т, мин для БРС	Резцы токарные	Высота дер-жавк и Н,мм	Период стой кости Т, мин для ТС	Пери-од стой-кос ти Т, мин для БРС
Проход ные	С20по40	30	30	Проход ные	С20по40	60	60
Подрез ные	С50по80	60	60	Подрез ные	С50по80	90	90
Расточ ные	С16по40	30	30	Расточ ные	С16по40	60	60
Отрезные	С16по40	30	30	-	-	-	-
Прорезные	С50по80	60	60	-	-	-	-

Таблица 8

Значение коэффициента CV и показателей степени в формуле скорости резания при обработке резцами

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристи ка подачи S, мм/об	Коэффициент и показатели степени			
			CV	x	y	n
Конструкционная углеродистая сталь						
Наружное продольное точение проходными резцами	ТС	До 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		Св.0,3 до0,7	350		0,35	
		Св.0,7	340		0,45	
То же, резцами с доп. лезвиями	ТС	S<t	292	0,30	0,15	0,18
		S>t		0,15	0,30	
Отрезание	ТС	-	47	-	0,80	0,18
	БРС	-	23,7	-	0,66	

Фасонное точение	БРС	-	22,7	-	0,50	0,3

						0
Нарезание крепежной резьбы	ТС	-	244	0,23	0,30	0,20
	БРС	Черновые ходы: P<2 мм	14,8	0,70	0,30	0,11
		P>2 мм	30	0,60	0,25	0,08
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13
Серый чугун						
Наружное продольное точение проходными	ТС	S<0,40	292	0,15	0,20	0,20
		S>0,40	243		0,40	
То же, резцами с доп. лезвиями	ТС	S<t	324	0,40	0,20	0,28
		S>t		0,20	0,40	
Отрезание	ТС	-	68,5	-	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы	ТС	-	83	0,45	-	0,33
Ковкий чугун						
Наружное продольное точение проходными	ТС	S<0,40	317	0,15	0,20	0,20
		S>0,40	215		0,45	
Отрезание	ТС	-	86	-	0,4	0,20

Таблица 9

Поправочные коэффициенты, учитывающие влияниегеометрических параметров резца на скорость резания

Главный угол в плане	Коэффициент $K_{\varphi V}$	Вспомогательный угол в плане φ_1^0	Коэффициент $K_{\varphi 1V}$	Радиус при вершине	Коэффициент K_{rV}
20	1,4	1	1,0	1	0,9
30	1,2	1	0,97	2	1,0
45	1,0	2	0,94	3	1,0
60	0,9	3	0,91	5	1,3
75	0,8	4	0,87		
90	0,7	5			

Таблица 10

Поправочный коэффициент K_{MV}, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента			
	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь		
	Расчетная формула			
Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	KMV=750/σB	nV K =Cm□ 750 □ —— MV □□ □□ □ □ B □		
Чугун серый	1, 25 KMV= □ 190 □¯¯	nV KMV= □ 190 □ ——		
Чугун ковкий	1, 25 KMV= □ 150 □¯¯	nV KMV= □ 190 □ ——		
Обрабатываемый материал	Коэффициент обрабатываемости Cm	Показатели степени nv		
		точение	сверление	фрезерование
Сталь: Углеродистая (C<0,6%)	1,0	1,75	0,9	0,9
Углеродистая (C>0,6%)	0,8	1,75	0,9	1,0
Автоматная	1,2	1,75	1,0	-
Никелевая	1,0	1,75	0,9	1,0
Хромистая	0,8	1,75	0,9	1,45
Хромоникелевая	0,9	1,50	0,9	1,35
Хромомолибденовая, хром	0,7	1,25	0,9	1,0
Алюминиевая и близкие к ним	0,7	1,25	0,9	1,0
Хромомарганцевая, хромкремневая близкие к ним	0,7	1,50	0,9	1,0
Инструментальная быстрорежущая	0,6	1,25	0,9	1,0
Чугун: Серый	-	1,70	1,3	0,95
Ковкий	-	1,70	1,3	0,85

Таблица 11

Поправочный коэффициент KMV, учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозийно-стойких сталей и сплавов на скорость резания

Марки сталей и сплава	σВ, МПа	Усреднение значение коэф. KMV	Марки сталей и сплава	σВ, МПа	Усредненное значение коэф. KMV
12Х8Н9Т	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13Х11Н2В2М Ф	1100-1460	0,8-0,3	ХН77ТЮ	850-1000	0,40
14Х17Н2	800-1300	1,0-0,75	ХН35ВТ	-	0,26
13Х14Н3В2Ф Р	700-1200	0,5-0,4	ХН70ВМТЮ	950	0,50
17Х12Н8Г8М ФБ	-	0,95-0,72	ХН55ВМТК Ю	1000-1250	0,25
45Х14Н14В2 М	700	1,06	ХН65ВМТЮ	1000-1250	0,20
10Х11Н20Т3Р	720-800	0,85	ХН35ВТЮ	900-1000	0,22
12Х21Н5Т	820-10000	0,65	ВТ3-1; ВТ3	900-950	0,40
20Х23Н18	600-620	0,80	ВТ5; ВТ4	950-1200	0,70
31Х19Н9МВБ Т	600-620	0,40	ВТ6; ВТ8	750-950	0,35
15Х18Н12С4Т Ю	730	0,50	ВТ14	900-1200	0,53-0,43
ХН78Т	780	0,75	12Х13	900-1400	1,5-1,2
ХН75МБТЮ	-	0,53	30Х13; 40Х13	600-1100	1,3-0,9

Таблица 12

Поправочный коэффициент KMV, учитывающий влияние физико- механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

Медные сплавы	KMV	Алюминиевые сплавы	KMV
Гетерогенные: НВ>140 НВ 100-140	 0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), σВ=400-500 МПа, НВ>60	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), σВ=400-500 МПа, НВ>100	0,8
Гомогенные	2,0	Силумин и литейные сплавы σВ=100-200 МПа, НВ>65	1,0
Сплавы с содержанием свинца <10% при основной гомогенной структуре	4,0	Дюралюминий, σВ=300-400 МПа, НВ<140	1,0

Медь	8,0	Дюралюминий, σВ=200-300 МПа,	1,2
Сплавы с содержанием свинца >15%	12,0		

Таблица 13 Поправочный коэффициент K_{nV}, учитывающий состояние поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки					
Без корки	С коркой				
	Прокат	поковка	Стальное и чугунное литье		Медные и алюминиевые сплавы
			обычное	С загрязненной коркой	
коэффициент KnV					
1,0	0,9	0,8	0,8-0,6	0,5-0,6	0,9

Таблица 14

Поправочный коэффициент КИV, учитывающий влияние материала режущей части инструмента на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значение коэффициент КИV в зависимости от марки инструментального материала						
Сталь конструкционная	Т15К12В 0,35	Т5К1 0 0,65	Т14К 8 0,8	Т15К6 1,0	Т30К4 1,4	ВК8 0,4	
Сталь коррозийно- стойкая и жаропрочная	ВК8 1,0	Т5К1 0 1,4	Т15К 6 1,9	Р18 0,3			
Сталь закаленная	HRC 35-50				HRC 51-62		
	Т15К6 1,0	Т30К 4 1,25	ВК6 0,85	ВК4 1,0	ВК6 0,92	ВК8 0,74	ВК8 0,83
Серый и ковкий чугун	ВК8 0,83	ВК6 1,0	ВК4 1,1	ВК3 1,15	ВК2 1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	Р18, Р9 1,0	ВК4 2,5	В68 2,7	9ХС 0,6	ХВГ 0,6	У12 А 0,5	

Таблица 15

Поправочный коэффициент КМР для стали и чугуна, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени мр при определении		
		Составляющей PZ силы резания при обработке резцами	Крутящего момента М и осевой силы Ро при сверлении	Окружной силы резания PZ при фрезеровании
Сталь конструкционная углеродистая и легированная				
σВ<600 МПа		0,75/0,35	0,75/0,75	0,3/0,3
σВ>600 МПа	np	0,75/0,75	0,75/0,75	0,3/0,3
Серый чугун	np КМР= □ НВ □ □ □	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чугун	np КМР= □ НВ □ □ □	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
В числителе приведены значения показателя степени мр для твердого сплава, в знаменателе- для быстрорежущей стали.				

Таблица 16

Значение коэффициента CPZ и показателей степеней в формуле силы резания при обработке резцами

Обрабатываемый материал	Материал режущей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степеней			
			CPZ	x	y	n
Конструкцион ная сталь и стальное литье	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	300	1,0	0,75	-0,15
		То же резцами с доп. лезвиями	384	0,90	0,90	
		Отрезание и прорезание	408	0,72	0,8	0
		Нарезание резьбы	148	-	1,7	0,71

	БРС	Обтачивание, подрезание, растачивание	200	1,0	0,75	0
		Отрезание и	247		1,0	

		прорезание				
		Фасонное точение	212		0,75	
Сталь жаропрочная	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	204	1,0	0,75	0
Серый чугун	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	92	1,0	0,75	0
		То же резцами с доп. лезвиями	123		0,85	
		Нарезание резьбы	103	-	1,8	0,82
	БРС	Отрезание и прорезание	158	1,0	1,0	0
Ковкий чугун	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	81	1,0	0,75	0
		Отрезание и прорезание	139		1,0	
Медные сплавы	БРС	Обтачивание, подрезание, растачивание	55	1,0	0,66	0
		Отрезание и прорезание	75		1,0	
Алюминий и силумин	БРС	Отрезание и прорезание	40	1,0	0,75	0
		Отрезание и прорезание	50		1,0	-

Таблица 17 Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на силу резания PZ при обработке сталей и чугуна

Параметры		Материал режущей части инструмента	Коэффициенты	
Наименование	Вели чина		Обозна чение	Величина коэффициента
Главный угол в плане φ0	30	ТС	Кφ	1,08
	45			1,0
	60			0,94
	90			0,89
	30	БРС		1,08
	45			1,0
	60			0,98
	90			1,08

Передний угол γ0	-15 0 10	ТС	К γ	1,25 1,1 1,0
	12-15 20-25	БРС		1,15 1,0
Угол наклона режущей кромки λ0	-5 0 5 15	ТС	Кλ	1,0 - - -
Радиус при вершине резца r, мм	0,5 1,0 2,0 3,0 4,0	БРС	К r	0,87 0,93 1,0 1,04 1,10

Таблица 18

Поправочный коэффициент $К_{МР}$ для медных и алюминиевых сплавов, учитывающий влияние свойства обрабатываемого материала на силу резания

КМР для медных сплавов						КМР алюминиевых сплавов		
Гетерогенные		С содерж. свинца <10%	С содерж. свинца >15%	Галогенные	Медь	Алюминий и силумин	дюралюмин	
НВ<12 0	НВ<120						σВ<35 0 МПа	σВ>350 МПа
1,0	0,75	0,65-0,70	0,25-0,45	1,8-2,2	1,7-2,1	1,0	2,0	2,75

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Т. П. Глинникова, С. А. Волегов

«ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Практикум
для студентов направления бакалавриата: 15.03.01 (150700)- «Машиностроение» (МШС), 15.03.02 (151000) - «Технологические машины и оборудование» (ТМО) и среднего профессионального образования (15.02.01) 151031 - «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» *очного и заочного обучения*

Екатеринбург
2016

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического
факультета УГГУ
« » 2016 г
Председатель комиссии
проф. В. П. Барановский

Т. П. Глинникова, С. А. Волегов

«ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Практикум
для студентов направления бакалавриата:
15.03.01 «Машиностроение»,
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(ТМО) и среднего профессионального образования
(15.02.01) «Монтаж и техническая эксплуатация
промышленного оборудования (по отраслям)»
очного и заочного обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2016

Г54

Рецензент: *А. П. Комиссаров*, д-р техн. наук, профессор кафедры ГМК Уральского государственного горного университета

Практикум рассмотрен на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования 16 ноября 2015 г. (протокол № 6) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Глинникова Т. П., Волегов С. А. «ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
Г54 МАШИНОСТРОЕНИЯ» Практикум для студентов специальностей «Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей машин и аппаратов» (МШС) направление 15.03.01 «Машиностроение», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (ТМО) направление «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» и среднего профессионального образования 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» очного и заочного обучения / Т. П. Глинникова, С. А. Волегов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 86 с.

Практикум содержит практические задания и упражнения, способствующие усвоению пройденного предмета «Основы технологии машиностроения».

© Глинникова Т. П.,
Волегов С. А.,

©Уральский государственный
горный университет, 2016

ВВЕДЕНИЕ

В рамках учебной дисциплины «Основы технологии машиностроения» рассматривают, в основном, процессы механической обработки деталей, сборки и испытания изделий.

Изучение «Основ технологии машиностроения» базируется на многих положениях ранее изученных учебных дисциплин:

- материаловедение;
- ткм
- метрология, стандартизация и сертификация;
- процессы формообразования и инструменты;
- гидравлические и пневматические системы;
- оборудование машиностроительного производства;
- технологическое оборудование;
- технологическая оснастка.

Уровень готовности молодого специалиста к решению производственных задач во многом определяется качеством и содержанием практических занятий, выполняемых в процессе обучения.

Навыки, приобретенные студентами на практических занятиях, помогают молодым специалистам грамотно использовать нормативно-справочную документацию и принимать правильные решения при проектировании технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий, а также при разработке технологических операций.

Так как основной единицей технологического процесса является операция то естественно, что в данном учебном пособии ей уделено большое внимание. Основной целью анализа любой операции является поиск наиболее экономичных путей достижения заданных параметров деталей и сборочных единиц. Значительная часть практических задач связана с проектированием заготовок, оценкой и обеспечением точности механической обработки или сборки, с назначением припусков на механическую обработку и операционными размерами, с базированием заготовок в зоне обработки станка.

Практические занятия проводятся по следующим разделам учебной дисциплины:

- основы технологии машиностроения;??????
- основы технического нормирования;
- методы обработки основных поверхностей деталей;
- технология сборки машин.

Структура практических заданий и практических работ примерно одинакова. В начале каждого раздела приводятся методические пояснения, после чего раскрывается объем работы, который включает в себя:

- цель работы;
- этапы выполнения;
- пример выполнения;

- индивидуальные задания;
- контрольные вопросы содержание отчета;.

В плане выполнения практических работ особое внимание уделено работе с таблицами допусков и посадок, чтобы студент приобрел твердые навыки в использовании справочных материалов и умение рассчитывать параметры сопряжений собираемых деталей.

Все справочные материалы, приведенные в данном пособии, предназначены только для учебных целей, так как большинство таблиц носит обобщающий характер, их содержание упрощено для удобства использования при ограниченном лимите времени предусмотренным учебным планом на практические работы и на курсовое проектирование.

РАБОТА №1
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙПРОЦЕССЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Краткие теоретические сведения

Предметом изучения в технологии машиностроения являются процессы изготовления изделий высокого качества в заданном количестве при наименьших затратах с высокой производительностью труда.

Изделие– это единица промышленной продукции, которая является предметом производства на предприятии.

Деталь – это изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций, например гайка, втулка, вал или зубчатое колесо.

Сборочная единица – это изделие, составные части которого соединены между собой на предприятии-изготовителе в процессе сборочных операций.

Производственный процесс представляет собой совокупность взаимосвязанных действий людей и орудий труда, в результате которых исходные материалы превращаются в готовое изделие предприятия.

Технологический процесс – часть производственного процесса, состоящая из целенаправленных действий по превращению исходного сырья в готовое изделие. Каждый технологический процесс состоит из ***операций***, которые выполняют на ***рабочих местах***.

Рабочее место – это единица структуры предприятия или часть производственной площади, на которой размещено оборудование, необходимое для выполнения работ одним рабочим (или одновременно несколькими рабочими).

Технологическая операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте одним или одновременно несколькими рабочими. Технологическая операция является основной единицей планирования и учета. Операции подразделяют на основные и вспомогательные.

Основная технологическая операция – это такая операция, в процессе которой изменяются геометрическая форма и размеры заготовки, а также параметры ее поверхностного слоя.

Вспомогательная технологическая операция – это такая операция, во время выполнения которой не происходит никаких изменений с заготовкой, например контрольная или моечная операция.

Установ– это часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки или собираемой сборочной единицы.

Позиция– это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной заготовкой или сборочной единицей совместно с приспособлением относительно режущего или сборочного инструмента для выполнения определенной части операции.

Индексация – это смена позиций.

Технологический переход – это законченная часть технологической опе-

рации, во время которой остаются неизменными применяемый инструмент и образуемые при обработке или соединяемые при сборке поверхности.

Основной переход – это законченная часть технологической операции, во время которой остаются неизменными применяемый инструмент и образуемые при обработке или соединяемые при сборке поверхности, включающая в себя действия человека и (или) технологического оборудования, которые сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей изготовляемого изделия.

Вспомогательный переход – это законченная часть технологической операции, включающая в себя действия человека и (или) технологического оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей изготовляемого изделия, но необходимы для выполнения данной операции, например установка и закрепление заготовки, раскрепление и снятие детали, управление механизмами станка, контрольные промеры и др.

Рабочий ход – это однократное перемещение инструмента относительно заготовки, сопровождаемое изменением формы, размеров и шероховатости поверхности заготовки или ее свойств.

Вспомогательный ход – это однократное перемещение инструмента относительно заготовки, не сопровождаемое изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей заготовки или ее свойств, но необходимое для выполнения рабочего хода время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных ходов, входит в состав вспомогательного времени технологического процесса.

Концентрация операций – это объединение (укрупнение) нескольких операций в одну более сложную операцию. Критерием для оценки степени концентрации операции служит количество предусмотренных в ней простых переходов.

Дифференциация операций – это расчленение сложных операций на более простые операции. Критерием для оценки степени дифференциации операции служит количество предусмотренных в ней простых переходов. Пределом дифференциации операции является разделение технологического процесса на такие операции, каждая из которых будет состоять из одного простого перехода.

Цикл технологической операции – это интервал времени от начала и до конца периодически повторяющейся операции независимо от числа одновременно изготовляемых изделий.

Такт выпуска – это интервал времени, через который периодически выпускается определенное изделие. Определяется такт выпуска, мин/шт. отношением времени Ф, затраченного на изготовление изделий, к числу этих изделий N, изготовленных за указанное время:

$$\tau = \Phi/N. \qquad (1.1)$$

Производственная программа – это перечень наименований изделий с указанием объема выпуска и сроков изготовления по каждому типоразмеру.

Массовое производство – это производство, характеризующееся узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий. На каждом рабочем месте выполняется только одна непрерывно повторяющаяся технологическая операция. Технологическое оборудование располагают в последовательности вы-

полнения технологических операций в виде поточных линий. Длительность каждой операции стремятся сделать кратной такту выпуска изделия, который определяют по формуле (1.1).

Серийное производство – это производство, характеризующееся ограниченной номенклатурой изделий, изготовляемых периодически повторяющимися производственными партиями, и сравнительно большим объемом выпуска этих изделий.

В зависимости от числа деталей в партии, массы и размеров этих деталей различают крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное производство.

Производственная партия – это группа заготовок одного наименования, одновременно запускаемых в обработку в течение определенного интервала времени. Партии обработанных деталей хранят у станков или на складе, а затем периодически транспортируют на следующую операцию. Объем партии заготовок рассчитывают по формуле

$$Q = a \cdot N_г / 254, \qquad (1.2)$$

где Q – число заготовок в партии; a – число дней, на которое необходимо иметь запас заготовок или деталей на складе (a = 3 ... 6 для крупных деталей, a = 6 ... 12 для средних деталей и a = 12 ... 24 для мелких деталей); $N_г$ – число деталей в годовой программе выпуска; 254 – среднее число рабочих дней в году.

Единичное производство – это производство, характеризующееся широкой номенклатурой изготовляемых изделий и малым объемом их выпуска. В единичном производстве изготовление одинаковых изделий или не повторяется, или может повториться через неопределенное время.

Задание 1.1

По одному из вариантов индивидуальных заданий, представленных в табл. 1.1, составить структуру технологического процесса обработки конструктивных элементов (А, Б, К, С, О) детали, выделенных жирной линией (рис. 1.1, *а*), в условиях серийного производства, подразделив его на операции и переходы.

Заготовка, поступающая на обработку, представлена на рис. 1.1, *б*.

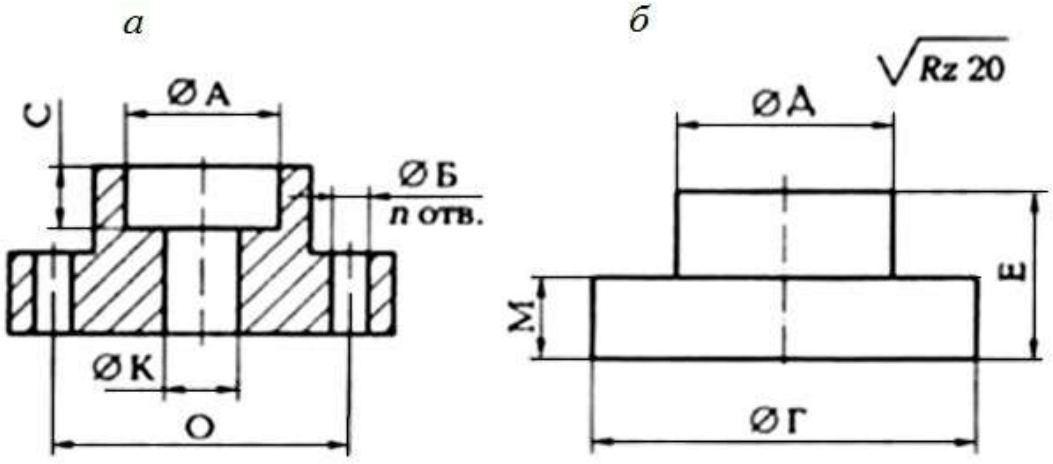


Рис. 1.1. Обрабатываемая деталь:
а – обрабатываемые поверхности; *б* – заготовка

Таблица 1.1

Индивидуальные варианты дня выполнения задания 1.1

Вариант	Размеры заготовки				Размеры детали														число отверстий, *n*
					А			Б			К			С			О		
	М, мм	Д, мм	Г, мм	Е, мм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	
0	10dl1	30d11	70dl1	20cl 1	16	H10	20	10	H9	2,5	12	H10	2,5	10	jsl5	20	50	jsl5	2
1	12dl I	35b12	80cl1	24hl2	14	H10	20	12	H8	1,25	10	H10	2,5	12	jsl4	20	42	jsl5	6
2	10dll	30hI4	70b12	20dl 1	16	H10	20	11	H10	2,5	12	H10	2,5	11	jsl6	20	55	jsl4	6
3	14cll	40h12	30dll	30b12	18	H10	20	13	H9	1,25	14	H9	1,25	15	jsl4	20	46	jsl6	3
4	5c11	32hl4	74b12	25dl1	16	H10	20	12	H10	2,5	12	H10	2,5	12	jsl5	20	50	js14	2
5	10dll	30h12	72b12	20c11	15	H10	20	12	H9	2,5	11	H10	2,5	8	jsl6	20	48	jsl5	6
6	14hl2	32h12	70dll	35hl2	16	H10	20	10	H8	1,25	10	H8	1,25	14	js14	20	48	jsl5	6
7	12h14	36dl1	78cll	30b12	20	H10	20	12	H8	2,5	14	H8	1,25	13	jsl5	20	50	js16	6
8	8b12	30hl2	72b12	22c11	18	H10	20	11	H8	1,25	12	H10	2,5	12	jsi4	20	48	jsl4	4
9	10b12	32hl4	70dl1	20b12	20	H10	20	10	H9	1,25	10	H10	2,5	10	jsl6	20	46	jsl5	3
10	12dl1	30b12	72c11	28hl2	22	H10	20	11	H8	1,25	11	H9	1,25	14	jsl5	20	46	jsl5	6
11	16h11	33d11	84d11	32h11	21	H10	20	10	H10	2,5	10	H8	1,25	15	jsl4	20	74	js16	6
12	12dl1	32d11	88d11	26h12	20	H10	20	8	H9	1,25	8	H10	2,5	12	jsl5	20	66	jsl4	4
13	14hl2	34h11	85b12	34d11	22	H10	20	6	H8	1,25	12	H10	2,5	8	jsl6	20	68	jsl5	3
14	10dll	28h12	76d12	28d12	20	H10	20	10	H8	1,25	10	H9	1,25	14	js14	20	56	jsl5	6
15	12h14	40b12	80d11	30b11	24	H10	20	8	H8	1,25	15	H9	1,25	10	js14	20	60	js14	8

Отчет по заданию должен содержать:

- таблицу перевода буквенных обозначений допусков в цифровые значения;
- эскиз заготовки и детали;
- операционные эскизы;
- вариант технологического процесса с содержанием переходов.

Пример выполнения задания 1.1 (вариант № 0).

По т Приложению 1 находим значения верхних и нижних отклонений на все размеры по заданию. Результат перевода буквенного обозначения допусков в цифровые значения приведен в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Результат перевода буквенных обозначений допусков в числовые

Обозначение размера на рис. 1.1	Номинальное значение размера, мм	Буквенное обозначение допуска	Значения отклонений, мкм	Значения отклонений, мм	Размер с числовым допуском, мм
М	10	d11	-40 -130	-0,040 -0,130	$10^{-0.04}_{-0.13}$
Д	30	d11	-65 -195	-0,065 -0,195	$30^{-0.065}_{-0.195}$
Г	70	d11	-100 -290	-0,100 -0,290	$70^{-0.10}_{-0.29}$
Е	20	e11	-110 -240	-0,110 -0,240	$20^{-0.11}_{-0.24}$
А	16	H10	+70 0	+0,070	$16^{+0.07}$
Б	10	H9	+36 0	+0,0360	$10^{+0.036}$
К	12	H10	+70 0	+0,070	$12^{+0.07}$
С	10	jsl5	±290	±0,290	$10 \pm 0,29$
О	50	jsl5	±1000	±1,000	$50 \pm 1,0$

Анализируя чертеж заготовки (см. рис. 1.1, *а* и табл. 1.1) и чертеж детали (см. рис. 1.1, *б* и табл. 1.1), где указаны все требуемые параметры обрабатываемых поверхностей, определяем, что готовую деталь можно получить при обработке заготовки за одну или несколько операций, что зависит от приспособления для сверления.

При использовании приспособления с быстросменными кондукторными втулками, вертикально-сверлильного станка и набора режущего инструмента, состоящего из двух сверл разного диаметра, трех зенкеров разного диаметра и двух разверток также разного диаметра, возможна обработка отверстий по варианту, представленному в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Процесс обработки заготовки в приспособлении с быстросменными кондукторными втулками

Номер операции	Номер перехода	Содержание операции или перехода	Вид перехода
05	Сверление, зенкерование, развертывание		
	1	Установить и закрепить заготовку	Вспомогательный
	2	Сверлить отверстие К	Основной
	4	Заменить сверло	Вспомогательный
	5	Сверлить первое отверстие Б	Основной
	6	Сверлить второе отверстие Б	Основной
	7	Заменить быстросменную кондукторную втулку	Вспомогательный
	8	Установить зенкер	Вспомогательный
	9	Зенкеровать отверстие К	Основной
	10	Заменить зенкер	Вспомогательный
	11	Заменить быстросменную кондукторную втулку	Вспомогательный
	12	Зенкеровать отверстие А	Основной
	13	Заменить зенкер	Вспомогательный
	14	Зенкеровать первое отверстие Б	Основной
	15	Зенкеровать второе отверстие Б	Основной
	16	Заменить быстросменную кондукторную втулку	Вспомогательный
	17	Установить развертку	Вспомогательный
	18	Развертывать отверстие К	Основной
	19	Заменить развертку	Вспомогательный
	20	Развертывать первое отверстие Б	Основной
	21	Развертывать второе отверстие Б	Основной
	22	Раскрепить и снять деталь	Вспомогательный
10	Контроль размеров детали		

При обработке заготовки в сверлильных приспособлениях с постоянными кондукторными втулками потребуется не менее трех приспособлений для сверления, а обработка отверстий будет выполняться в несколько операций, что может сделать процесс обработки отверстий более дорогим. Окончательный ответ на этот вопрос может быть получен в результате экономического анализа операций, что будет рассматриваться в одном из последующих разделов.

Задание 1.2

По одному из вариантов индивидуальных заданий (табл. 1.4) составить содержание операции и переходов для изготовления в условиях среднесерийного производства детали (рис. 1.2, *а*) из прутка, нарезанного на штучные заготовки (рис. 1.2, *б*). Все поверхности (А, Б, К, С, О) обрабатывают за один проход.

Отчет по заданию должен содержать:

- таблицу перевода буквенных обозначений допусков в цифровые значения;
- операционные эскизы;
- вариант технологического процесса с содержанием переходов.

Пример выполнения задания 1.2 (вариант № 0).

По Прил. 1 находим значения верхних и нижних отклонений на все размеры по заданию. Результат перевода буквенного обозначения допусков в цифровые значения приведен в табл. 1.5.

Построим операционный эскиз (операции 05) (рис. 1.2, *в*).

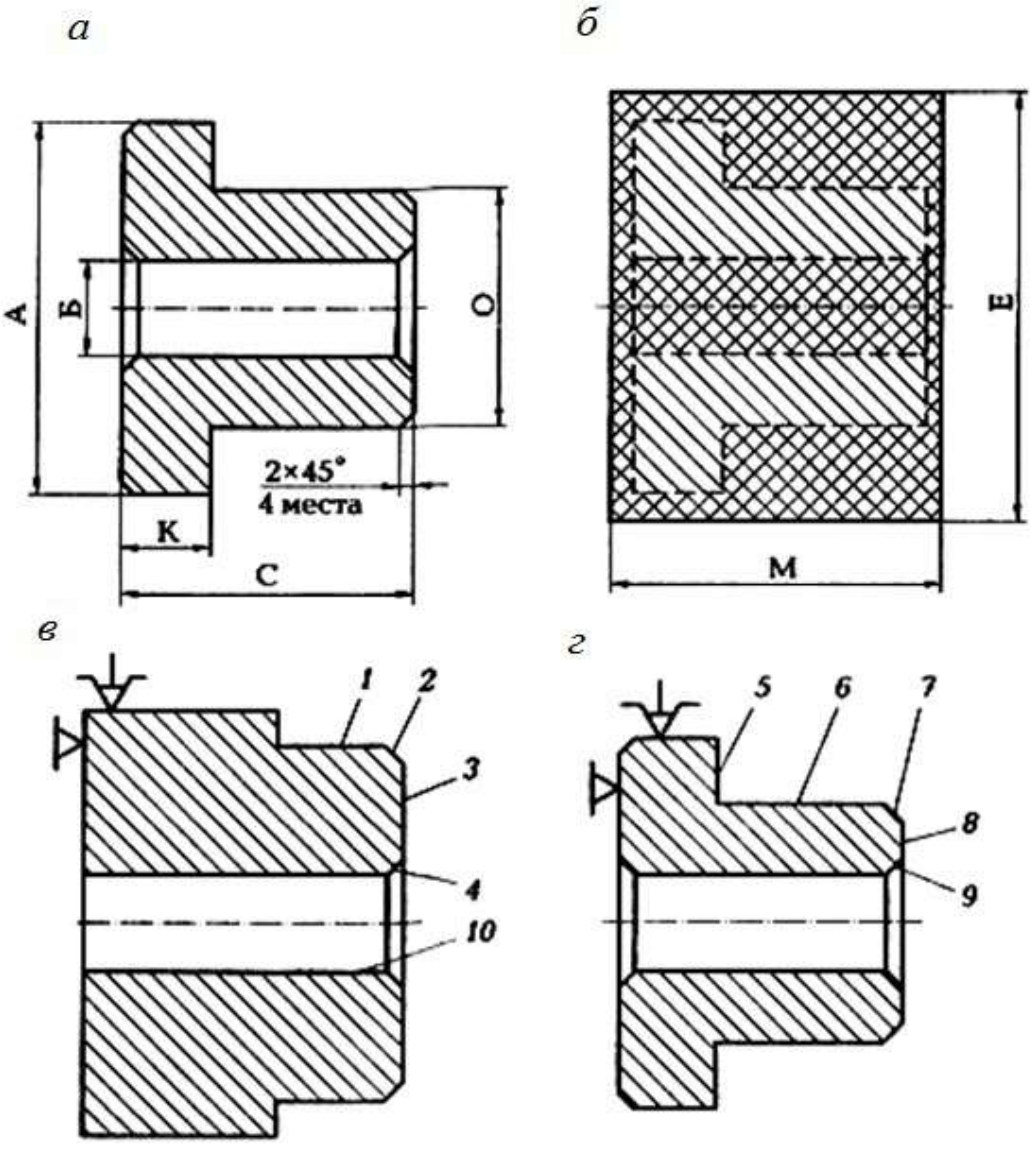


Рис. 1.2. Содержание операции:
а – обрабатываемая деталь; *б* – штучная заготовка; *в* – обрабатываемые поверхности с первого установа; *г* – обрабатываемые поверхности со второго установа;
1 – 10 – последовательность обработки поверхностей

Таблица 1.4

Индивидуальные варианты дня выполнения задания 1.2

Вариант	Размеры заготовки		Размеры детали															
			А			Б			К			С			О			
	М, мм	Е, мм.	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм	Номинальный размер, мм	Поле допуска	*Rz*, мкм
0	62jsl5	90hl5	87	dll	20	10	H11	20	16	b12	20	58	jsl2	20	80	c11	20
1	80js14	95hl4	92	c11	20|	12	H12	20	10	hl0	20	78	jsI4	20	86	d11	20
2	70jsl6	80h16	77	d11	20	11	H13	20	12	d11	20	67	js16	20	70	b11	20
3	80js15	90hl5	86	b11	20	13	H12	20	14	hl2	20	77	js14	20	46	h10	20
4	74js13	92hl6	90	a10	20	12	H15	20	12	d11	20	72	jsl5	20	86	b11	20
5	72jsl5	85hl5	83	b12	20	12	H13	20	11	b12	20	70	js16	20	76	d11	20
6	70js14	90hl4	88	h10	20	10	H15	20	10	d11	20	68	jsl4	20	80	d11	20
7	78js16	94hl5	91	d11	20	12	H14	20	14	b12	20	75	jsl5	20	86	d11	20
8	72jsl3	90hl3	87	d11	20	11	H14	20	12	h13	20	70	jsl4	20	78	al0	20
9	70jsl4	88hl5	86	c11	20	10	H15	20	10	d11	20	67	js12	20	78	b11	20
10	72jsl5	92hl5	90	b12	20	11	H14	20	11	b12	20	70	js15	20	86	b11	20
11	76js15	100h15	96	h10	20	20	H14	20	15	d11	20	70	jsl4	20	85	d11	20
12	82js14	90h15	84	h10	20	10	H13	20	14	h13	20	78	Jsl2	20	76	h10	20
13	106js15	102h16	98	d11	20	12	H15	20	15	d11	20	102	jsl4	20	78	b11	20
14	100js15	96h15	92	d11	20	11	H14	20	20	b12	20	96	js13	20	68	d11	20
15	86js16	98h15	94	c11	20	10	H14	20	12	d11	20	82	js15	20	80	d11	20

Анализируя чертеж заготовки (см. рис. 1.2, б), операционные эскизы (см. рис. 1.2, *в, г*) и табл. 1.4, где указаны все требуемые параметры обрабатываемых поверхностей, определяем, что заготовку лучше обрабатывать на заранее налаженном токарно-револьверном станке в одну токарную операцию, но за два установа, базируя ее в трехкулачковом патроне. Операция будет состоять из девяти простых переходов. Один из возможных вариантов последовательности выполнения переходов представлен в табл. 1.6.

При совмещении обработки некоторых поверхностей, т. е. при использовании более сложных переходов, количество переходов уменьшится, но это усложнит наладку и подналадку операции.

Таблица 1.5

Результат перевода буквенных обозначений допусков в цифровые

Обозначение размера на рис. 1.1	Номинальное значение размера, мм	Буквенное Обозначение допуска	Значения отклонений, мкм	Значения отклонений, мм	Размер с цифровым допуском
М	62	jsl5	±600	±0,6	62 ± 0,6
Е	90	h15	-1400	-1,4	$90_{-1,4}$
А	87	d11	-120 -340	-0,12 -0,34	$87^{-0,12}_{-0,34}$
Б	10	H11	+90 0	0,090 0	$90^{+0,09}$
К	16	b12	-150 -330	-0,15 -0,33	$30^{-0,15}_{-0,33}$
С	58	jsl2	±150	±0,15	58 ±0,15
О	80	c11	-150 -340	-0,15 -0,34	$80^{-0,15}_{-0,34}$

Таблица 1.6

Процесс обработки заготовки по заданию 1.2 (вариант № 0)

Номер операции	Номер перехода	Содержание операции или перехода	Вид перехода
05	Токарная		
Установ 1	1	Установить и закрепить заготовку	Вспомогательный
	2	Подрезать торец *3*	Основной
	3	Точить поверхность *1* на длину 25 мм	Основной
	4	Сверлить отверстие *10*	Основной
	5	Точить фаску *2*	Основной
	6	Точить фаску *4*	Основной
	7	Переустановить заготовку	Вспомогательный
Установ 2	8	Подрезать торец *8*	Основной
	9	Точить поверхность *6* с образованием поверхности *5*	Основной
	10	Точить фаску *7*	Основной
	11	Точить фаску *8*	Основной
	12	Снять деталь	Вспомогательный
10	Контрольная		

РАБОТА № 2
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Цель работы – практическое закрепление знаний по структуре технологического процесса, понятиям и определениям его элементов; приобретение навыков и умений в формировании структуры технологического процесса изготовления деталей машиностроения.

Практическая работа состоит из двух частей. В первой части студент по своему варианту задания выполняет работы, аналогично рассмотренному в методическом пособии примеру (вариант № 0). Во второй студент по своему варианту задания самостоятельно выполняет все работы согласно заданию.

Отчет по практической работе должен содержать:

- выделенные на прилагаемом чертеже основные операции механической обработки;
- название переходов, проходов, установов, позиций для каждой операции;
- операции с максимально возможной степенью дифференциации, когда каждая операция предельно проста, так как состоит из одного-двух простых переходов;
- одну операцию с максимально возможной степенью концентрации, когда совмещают ряд переходов, что позволяет обрабатывать одновременно несколько поверхностей.

Первая часть задания:

- изучить рабочий чертеж детали (рис. 2.1, *а* и табл. 2.1) по своему варианту задания;
- определить возможные методы обработки поверхностей детали;
- по каждой поверхности назначить простейшие операции, состоящие из одного-двух переходов механической обработки (табл. 2.2);

составить операцию с высокой степенью концентрации, состоящую из нескольких переходов, проходов, позиций и установок.

Вторая часть задания:

- выделить по прилагаемому к заданию чертежу детали (рис. 2.1, *б* и табл. 2.2) основные операции механической обработки;
- по каждой операции назвать переходы, проходы, установы, позиции;
- показать операции с максимально возможной степенью дифференциации, когда каждая операция предельно проста, так как состоит из одного-двух простых переходов;
- показать одну операцию с максимально возможной степенью концентрации, когда совмещают ряд переходов для одновременной обработки несколько поверхностей;
- выделить вспомогательные переходы при обработке детали;

- показать одну операцию с максимально возможной степенью концентрации, когда совмещают ряд переходов для одновременной обработки несколько поверхностей;
- выделить вспомогательные переходы при обработке детали.

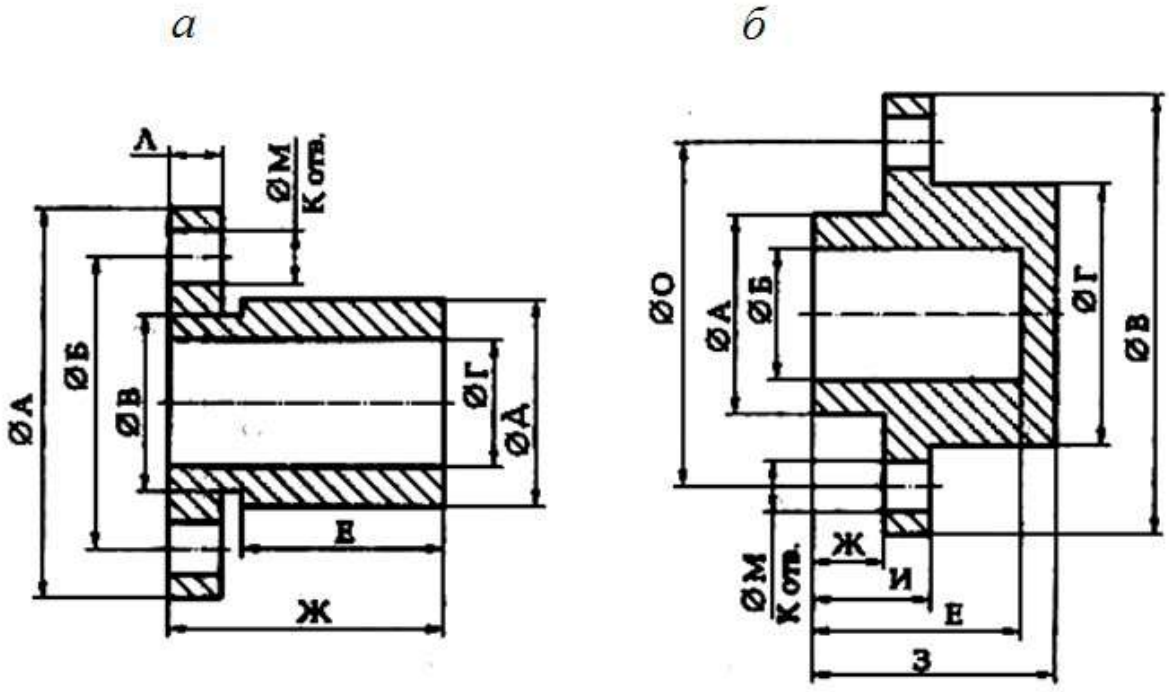


Рис. 2.1. Исходная информация для выполнения практической работы № 2:
а – первая деталь; *б* – вторая деталь

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Назовите структуру технологического процесса механической обработки.
2. Что называют основной операцией технологического процесса?
3. Что называют вспомогательной операцией технологического процесса?
4. Что называют основным переходом?
5. Что называют вспомогательным переходом?
6. Что называют установом?
7. Объясните сущность выполнения операции в два установа.
8. Чем отличается простой переход от сложного перехода?
9. Какая операция технологического процесса считается основной? Какой переход технологической операции считается основным?

Таблица 2.1

Индивидуальные варианты для выполнения первой части практической работы № 2

Показатели	Вариант															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ØА, мм	98c9	100d9	110f9	90f9	100d9	90f9	110d9	100f9	95d9	110d9	100d9	90e9	110e9	100e9	95e9	110e9
ØБ, мм	78js9	80js9	82js9	60js9	80js9	70js9	90js9	80js9	75js9	90js9	80js9	60js9	95 js9	80 js9	75js9	85 js9
ØВ, мм	50	52	54	45	50	48	55	50	48	50	50	50	65	54	61	56
ØГ, мм	40H9	42H9	44H9	35H9	40H9	38H9	45H9	40H9	38H9	40H9	40H9	40H9	45H9	40H9	38H9	45H9
ØД, мм	60d9	62d9	64d9	55d9	60d9	58d9	65d9	60d9	58d9	60d9	60d9	55d9	60d9	58d9	65d9	60d9
ØМ, мм	10H9	12H9	14H9	10H9	10H9	8H9	12H9	10H9	8H9	12H9	10H9	8 H9	10 H9	12 H9	6 H9	10 H9
Е, мм	55	70	53	55	65	57	73	46	55	63	49	57	73	46	55	63
Ж, мм	70	90	70	70	90	80	90	70	80	90	70	70	90	70	70	90
Л, мм	10	15	12	10	20	18	22	19	20	22	16	10	15	20	22	30
К, мм.	5	4	3	6	8	4	3	6	8	6	4	3	6	8	6	4

Примечание. Эскиз более сложной (концентрированной) токарной операции, состоящей из семи основных переходов, представлен в табл. 2.3.

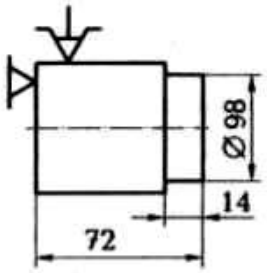
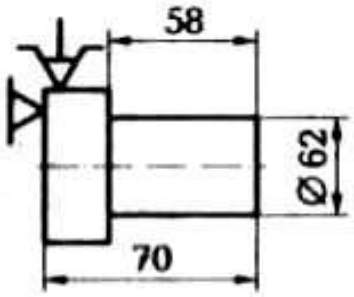
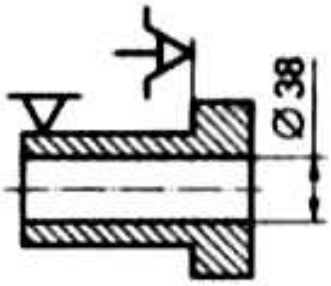
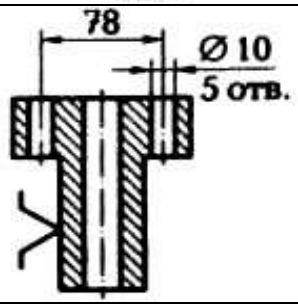
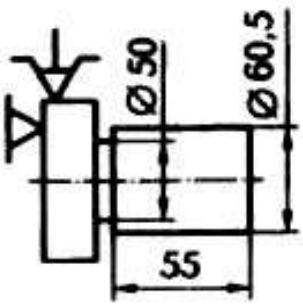
Таблица 2.2

Индивидуальныевариантыдлявыполнениявторойчастипрактическойработы№2

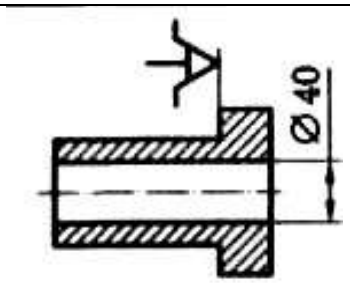
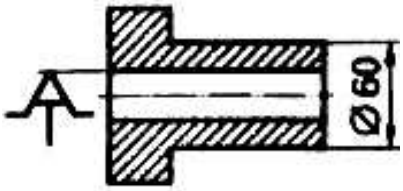
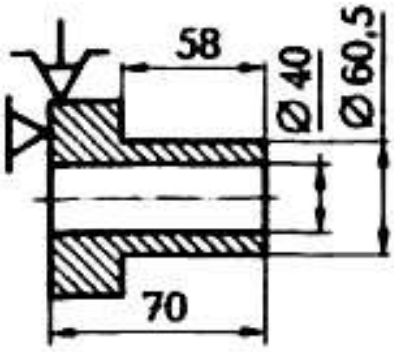
Показатели детали	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ø А мм	30h9	35h9	40 h9	36h9	32h9	30f9	32f9	30f9	28f9	32h10	38h10	42f9	40h9	34f9	36f9
Ø Б, мм	25	30	34	30	28	24	26	24	22	28	28	32	30	24	26
Ø В, мм	70	80	80	75	75	72	80	76	78	78	70	74	80	80	80
Ø Г, мм	35	40	45	42	39	36	38	38	36	40	42	50	45	40	50
Ø М, мм	8Н9	10Н9	12Н9	10Н9	9Н9	8Н9	12Н9	10Н9	12Н9	8Н9	6Н9	6Н9	8Н9	8Н9	10Н9
Размер Ж, мм	8	12	14	10	14	18	22	20	12	12	18	22	20	12	12
Размер З, мм	25	30	32	28	36	40	42	34	30	28	40	44	38	42	50
Размер И, мм	12	18	19	15	19	23	27	25	17	17	10	14	15	10	8
Размер Е, мм	20	26	28	24	32	36	38	30	26	24	30	40	30	36	45
Ø О, мм	50jsl4	65js9	60jsl4	55jsl4	52js9	50js14	60jsl4	56is9	54jsl4	50jsl4	50jsl4	54jsl4	60js9	60js14	60jsl4
Число К отверстий	2	4	6	4	6	4	2	4	8	6	4	6	4	2	4

Таблица 2.3

Результаты выполнения первой части практической работы №1.1 (вариант № 0)

Номер и наименование операции	Операционный эскиз	Содержание переходов
Основное задание		
05 – токарная черновая		Установить заготовку. Подрезать торец на размер 72 мм. Обточить Ø98 мм за один проход на длину14 мм. Снять деталь
10 – токарная черновая		Установить заготовку. Подрезать торец на размер 70 мм. Обточить Ø62 мм за несколько проходов, выдерживая размер 58 мм. Снять деталь
15 – токарная черновая		Установить заготовку. Сверлить отверстие Предварительно Ø20 мм. Расточить отверстие Ø38 мм. Снять деталь
20 –сверлильная		Установить заготовку. Сверлить 5 отверстий предварительно Ø 9,6 мм. Зенкеровать 5 отверстий Ø 9,9 мм. Развернуть 5 отверстий Ø10H9. Снять деталь
25 –токарная чистовая		Установить заготовку. Обточить Ø60,5 мм. Точить канавку Ø50 мм резцом шириной 5 мм. Снять деталь

Окончание табл. 2.3

Номер и наименование операции	Операционный эскиз	Содержание переходов
30 –токарная чистовая		Установить заготовку. Расточить отверстие Ø40 мм. Снять деталь
35 –шлифовальная		Установить заготовку. Шлифовать наружную поверхность Ø60 мм. Снять деталь
40 – контрольная	См. рис. 2.1 и табл. 2.1	Контроль геометрических параметров
Дополнительное задание		
Операция с высокой степенью концентрации		Установить заготовку. Подрезать торец на размер 70 мм. Обточить Ø62 мм за несколько проходов, выдерживая размер 58 мм. Обточить Ø60,5 мм. Сверлить центральное отверстие Ø20 мм. Расточить центральное отверстие Ø38 мм. Расточить центральное отверстие Ø40 мм. Точить канавку Ø50 мм резцом шириной 5 мм. Снять деталь

РАБОТА № 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРИПУСКОВ

Краткие теоретические сведения

Заготовка – это предмет производства, форма которого приближена к форме детали, из которого изготовляют деталь или неразъемную сборочную единицу путем изменения формы и шероховатости поверхностей, их размеров, а также свойств материала. Принято считать, что на любую операцию поступает заготовка, а выходит с операции деталь.

Конфигурация заготовки обусловлена конструкцией детали, ее размерами, материалом и условиями работы детали в готовом изделии, т. е. всемивидами нагрузок, воздействующих на деталь во время эксплуатации готового изделия.

Исходная заготовка – это заготовка, поступающая на первую операцию технологического процесса.

Припуск – это слой материала заготовки, удаляемый в процессе ее механической обработки для получения требуемой точности и параметров поверхностного слоя готовой детали.

Промежуточный припуск – это слой материала, снимаемый при выполнении одного технологического перехода. Его определяют как разность размера поверхности заготовки, полученного на предыдущей операции, и размера этой же поверхности детали, полученного при выполнении данного перехода по обработке поверхности заготовки в одной операции.

Операционный припуск – это толщина слоя материала, снимаемого с конкретной поверхности заготовки в одной операции. Величина z_0 операционного припуска зависит от следующих параметров: высота неровностей Rz поверхности (шероховатости), образовавшихся на предыдущей операции; глубина $h_д$ дефектного слоя поверхности заготовки; допуск T на операционный размер и др.

Операционные припуски определяют расчетно-аналитическим или опытно-статистическим методом.

Общий припуск – это сумма всех промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки конкретной поверхности заготовки. Общий припуск для каждой поверхности заготовки можно определить в виде разности размера этой поверхности заготовки и размера этой же поверхности готовой детали.

Расчетно-аналитический метод определения припусков дает возможность при обработке поверхностей вращения определять припуск либо на диаметр, либо на радиус (на сторону). В общем случае величина припуска на диаметр

$$z_0 = 2[Rz + h_д + T], \qquad (3.1)$$

где Rz – высота неровностей поверхности (шероховатости), образовавшихся на предыдущей операции; $h_д$ – глубина дефектного слоя поверхности заготовки; T– допуск на операционный размер.

При обработке плоской поверхности (односторонняя обработка) припуск задается на сторону. В общем случае величина припуска на сторону

$$Z_0 = Rz + h_д + T. \qquad (3.2)$$

Общий припуск на механическую обработку определяется сравнением размеров поверхностей заготовки и соответствующих поверхностей детали.

Для наружной поверхности вращения (рис. 3.1) общий припуск на диаметр

$$2z_{\text{общ}.d} = d_0 - d_{\text{д}}, \quad (3.3)$$

где d_0 – наружный диаметр заготовки; $d_{\text{д}}$ – наружный диаметр детали.

Для внутренней поверхности вращения (рис. 3.1, *б*) общий припуск на диаметр

$$2z_{\text{общ}.D} = D_{\text{А}} - D_0, \quad (3.4)$$

где $D_{\text{А}}$– внутренний диаметр детали; D_0– внутренний диаметр заготовки.

Для плоской поверхности (рис. 1.4, *в*) общий припуск

$$z_{\text{общ}L} = L_0 - L_{\text{А}}, \quad (3.5)$$

где L_0 – размер заготовки; $L_{\text{А}}$– размер детали.

После того как определили промежуточные припуски для каждого перехода, определяют промежуточные размеры заготовки, что позволяет подобрать режущий и мерительный инструмент.

Опытно-статистический метод определения припусков дает возможность определять припуски на переходы, величина которых во многом определяется методом обработки поверхности заготовки и ее размерами. При этом методе используют таблицы из нормативно-справочных источников.

Задание 3.1

Деталь – вал (рис. 3.2, *а*) изготовляют в условиях мелкосерийного производства из горячекатаной заготовки (рис. 3.2, *б*). Наибольшую по диаметру ступень вала обрабатывают в два перехода. Требуется по одному из вариантов задания (табл. 3.1) установить общий припуск, промежуточные припуски на оба перехода механической обработки наибольшего диаметра детали; рассчитать промежуточный размер после первого перехода и выполнить операционные эскизы на оба перехода.

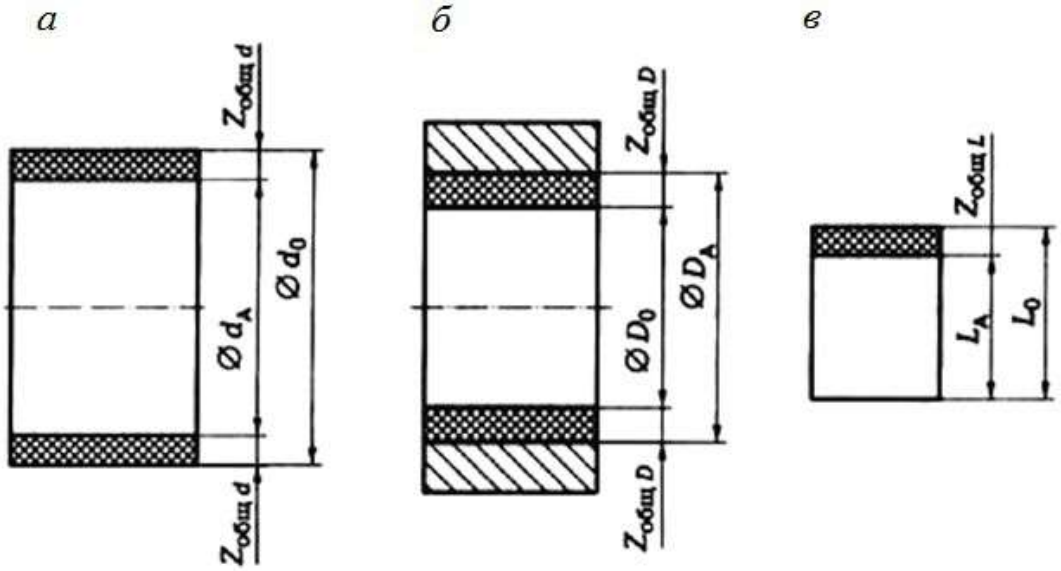


Рис. 3.1. Схема расположения припусков на механическую обработку: *а* – для наружной цилиндрической поверхности; *б* – для внутренней цилиндрической поверхности; *в* – для плоской поверхности

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки;
- операционные эскизы;
- расчетные формулы с результатами расчета.

Пример выполнения задания 3.1(вариант № 0)

По формуле (3.3) с учетом задания (см. вариант № 0, табл. 3.1) найдем общий припуск на механическую обработку наибольшего диаметра:

$$2z_{\text{общ.}d} = d_0 - d_{\text{A}} = 110 - 100 = 10 \text{ мм}.$$

Промежуточный припуск на диаметр при чистовом точении найдем по табл. Прилож.4:

$$2z_{\text{табл}} = 2{,}0 \text{ мм}.$$

Для мелкосерийного производства припуск следует увеличить, для чего вводится коэффициент $K = 1{,}3$, тогда

$$2z_{\text{расч}} = 2z_{\text{табл}} \cdot K = 2{,}0 \cdot 1{,}3 = 2{,}6 \text{ мм}.$$

Припуск на диаметр при черновом точении можно определить расчетом:

$$2z_1 = 2z_{\text{общ.}} - 2z_{\text{расч}} = 10 - 2{,}6 = 7{,}4 \text{ мм}.$$

Диаметр d_i после чернового прохода (рис. 3.2, *в*) определяется исходя из максимального диаметра детали и припуска $2Z_{\text{расч}}$ на чистовое точение:

$d_1 = d_{\max} + 2Z_{\text{расч}} = 100 + 2{,}6 = 102{,}6$ мм.

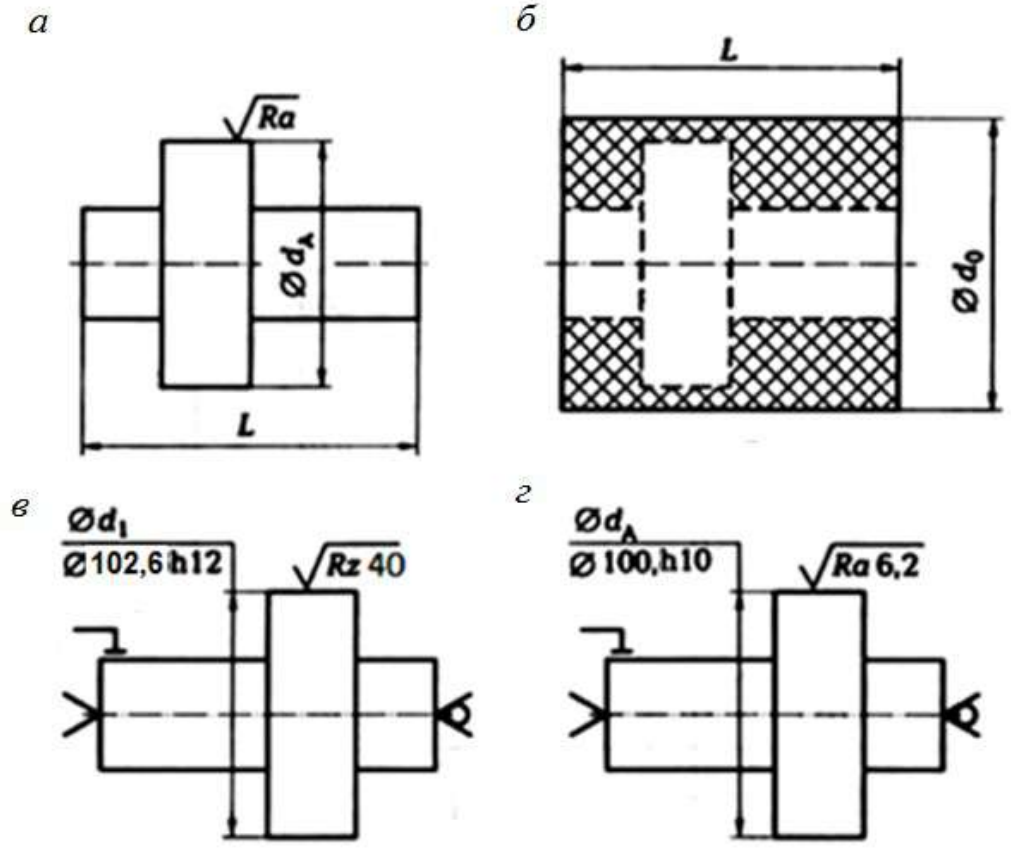


Рис. 3.2. Схема обработки наибольшей по диаметру ступени вала:
а – вал; *б* – заготовка; *в* – обтачивание черновое; *г* – обтачивание чистовое

Точность получают по квалитету *h*12, т. е. 102,6*h*12, а шероховатость поверхности для чернового точения *Rz* 40. Операционные эскизы чернового и чистового точения представлены на рис. 3.2, *в, г,* а размеры детали соответствуют заданным.

Таблица 3.1

Варианты для задания 3.1

Вариант	Диаметр заготовки d_0, мм	Диаметр детали d_A, мм	Длина заготовки *L*, мм	*Ra*, мкм
0	110	100	400	6,2
1	100	92	300	3,2
2	140	130	320	6,2
3	180	168	340	3,2
4	200	186	300	3,2
5	120	112	350	6,2
6	180	168	310	6,2
7	130	120	390	3,2
8	150	138	400	6,2
9	110	102	300	3,2
10	140	129	350	3,2
11	130	118	250	6,2
12	100	84	340	6,2
13	125	115	280	3,2
14	150	148	315	6,2
15	160	156	420	3,2

Задание 3.2

По одному из вариантов задания (табл. 3.2) определить с помощью таблиц операционные припуски, рассчитать операционные размеры для всех переходов изготовления детали – вала (рис. 3.3*, а*) из поковки (рис. 3.3, *б*), которая прошла фрезерно-центровальную операцию; выполнить операционные эскизы.

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки;
- операционные эскизы;
- расчетные формулы с результатами расчета.

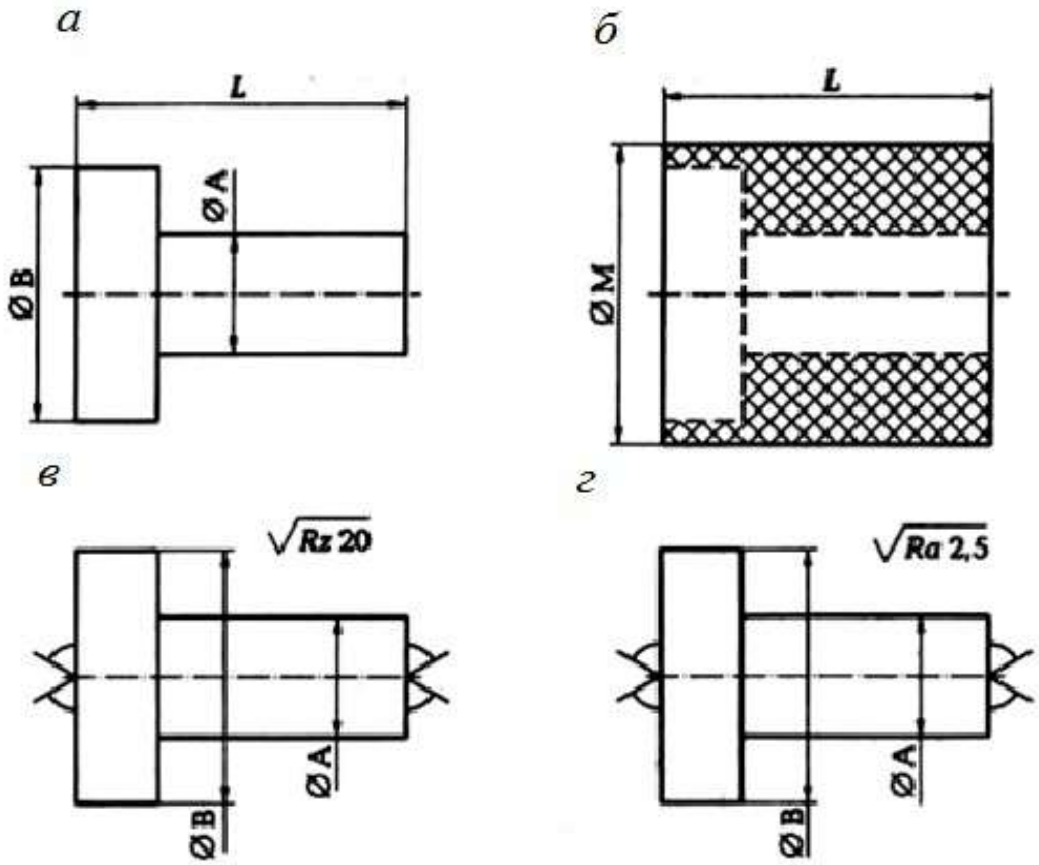


Рис. 3.3. Схема обработки вала:
а – деталь; *б* – расположение припуска на обработку; *в* – обтачивание; *г* – шлифование

Пример выполнения задания 3.2 (вариант № 0)

Используя Приложение 2, последовательность обработки заготовки, установленной в рифленых центрах, можно представить следующим образом (табл. 3.3).

Для диаметра В общий припуск на диаметр для механической обработки найдем по формуле (3.3):

$2Z_{общ} = d_0 - d_B = 96 - 90 = 6$ мм.

С учетом последовательности обработки (см. табл. 3.3) имеем

$$2Z_{общd} = 2Z_1 + 2Z_2 + 2Z_3 + 2Z_4, \quad (3.6)$$

где $2Z_1$ – припуск на диаметр для чернового точения; $2Z_2$ – припуск на диаметр для чистового точения; $2Z_3$ – припуск на диаметр для предварительного шлифования; $2Z_4$ – припуск на диаметр для чистового шлифования.

По Приложению 4 находим, что операционный припуск на диаметр при шлифовании равен 0,6 мм. Распределяем его на шлифование предварительное и чистовое (примерно в отношении 3:1или 2:1) и получаем $2Z_3 = 0,4$ мм, а $2Z_4 = 0,2$ мм.

По Приложению 4 находим, что припуск на чистовое точение $2Z_2 = 2,0$ мм, тогда припуск на черновое точение:

$2Z_1 = 2Z_{общd} - 2Z_2 - 2Z_3 - 2Z_4 = 6 - 2,0 - 0,4 - 0,2 = 3,4$ мм.

Таблица 3.2

Варианты для задания 3.2

Вариант	Деталь							Заготовка		
	Ø B			Ø A			Длина *L*, мм	ØM		
	Номинальный размер, мм	Точность	*Ra*, мкм	Номинальный размер, мм	Точность	*Ra*, мкм		Номинальный размер, мм	Точность	*Rz*, мкм
0	90	f8	2.5	42	f9	2,5	350	96	*d*15	250
1	80	z8	2.5	64	d9	2,5	300	88	*js*15	250
2	66	x8	2,5	56	d9	2.5	380	72	*js*l4	250
3	86	u8	2,5	50	x8	2,5	320	94	jsl6	250
4	76	h8	2,5	48	u8	2,5	370	82	jsl5	250
5	68	s8	2,5	44	f8	2,5	340	76	jsl3	250
6	80	d9	2,5	64	z8	2,5	390	88	jsl5	250
7	94	d9	2,5	60	x8	2,5	360	100	jsl4	250
8	78	x8	2,5	56	u8	2,5	320	84	jsl6	250
9	82	u8	2,5	62	h7	2,5	380	90	jsl3	250
10	64	z8	2,5	46	s8	2,5	340	72	jsl4	250
11	82	d9	2,5	40	n8	2,5	300	90	jsl5	250
12	85	d9	2,5	42	k7	2,5	310	95	jsl4	250
13	100	x8	2,5	50	u8	2,5	320	110	jsl6	250
14	96	u8	2,5	45	h8	2,5	280	105	jsl3	250
15	72	z8	2,5	36	m7	2,5	240	80	jsl4	250

С учетом ранее проведенных расчетов находим размеры, которые следует получить после каждого перехода.

После чернового точения следует получить размер

$B_1 = B_0 - 2Z_1 = 96 - 3{,}4 = 92{,}6h14$. (B_0 – размер заготовки – ØM).

После чистового точения следует получить размер

$$B_2 = B_1 - 2Z_2 = 92{,}6 - 2{,}0 = 90{,}6h12.$$

После предварительного шлифования следует получить размер

$$B_3 = B_2 - 2Z_3 = 90{,}6 - 0{,}4 = 90{,}2f10.$$

После чистового шлифования следует получить размер

$$B_4 = B_3 - 2Z_4 = 90{,}2 - 0{,}2 = 90f9.$$

Для диаметра А алгоритм действий аналогичен предыдущему.

Общий припуск на диаметр для механической обработки найдем по формуле (3.3):

$2Z_{общd} = d_0 - d_A = 96 - 44 = 52$ мм.

С учетом последовательности обработки (см. табл. 1.12) имеем:

$$2Z_{общd} = 2Z1 + 2Z_2 + 2Z_3 + 2Z_4, \qquad (3.7)$$

где $2Z_1$– припуск на диаметр для чернового точения; $2Z_2$ – припуск на диаметр для чистового точения; $2Z_3$ – припуск на диаметр для предварительного шлифования; $2Z_4$ – припуск на диаметр для чистового шлифования.

По Приложению 4 находим, что операционный припуск на диаметр при шлифовании равен 0,5 мм. Распределяем его на шлифование предварительное и чистовое (примерно в отношении 3:1) и получаем $2Z_3 = 0{,}4$ мм, а $2Z_4 = 0{,}1$ мм.

По Приложению 4 припуск на чистовое точение $2Z_2 = 1{,}5$ мм. Тогда припуск на черновое точение

$$2Z_1 = 2Z_{общd} - 2Z_2 - 2Z_3 - 2Z_4 = = 52 - 1{,}5 - 0{,}4 - 0{,}1 = 50 \text{ мм}.$$

Безусловно, такой большой припуск на черновое точение придется снимать за несколько проходов в зависимости от жесткости заготовки. С учетом проведенных ранее расчетов находим размеры, которые следует получить после каждого перехода.

После чернового точения следует получить размер

$$A_1 = M_0 - 2Z_1 = 96 - 52 = 44f14.$$

После чистового точения следует получить размер

$$A_2 = A_1 - 2Z_2 = 44 - 1{,}5 = 42{,}5f12.$$

После предварительного шлифования следует получить размер

$$A_3 = A_2 - 2Z_3 = 42{,}5 - 0{,}4 = 42{,}1f10.$$

После чистового шлифования следует получить размер

$$A_4 = A_3 - 2Z_4 = 42{,}1 - 0{,}1 = 42f9.$$

Операционные эскизы для точения и шлифования представлены на рис. 3.3, *в, г* соответственно, а результаты расчета сведены табл. 3.3.

Таблица 3.3

Последовательность обработки вала рис. 3.3

Номер операции	Содержание перехода	Снимаемый припуск, мм	Полученные параметры		
			Точность	Шероховатость, мкм	Номинальный размер, мм
05	Установить заготовку	–	*d*15	*Rz*250	96
	Черновое точение ØA (8–14 ходов)	52	*h*14	*Rz*40	44
	Черновое точение ØB	3,4	*h*14	*Rz*40	92,6
	Чистовое точение ØA	1,5	*h*12	*Rz*20	42,5
	Чистовое точение ØB	2,0	*h*l2	*Rz*20	90,6
	Снять деталь	–	–	–	–
10	Установить заготовку	–	–	–	–
	Предварительное шлифование ØA	0,4	*h*10	*Ra*3,2	42,1
	Предварительное шлифование ØB	0,4	*f*10	*Ra*3,2	90,2
	Чистовое шлифование ØA	0,1	*f*9	*Ra*2,5	42
	Чистовое шлифование ØB	0,2	*f*8	*Ra*2,5	90
	Снять деталь	–	–	–	–
15	Контроль параметров детали	–	–	–	–

Задание 3.3

По одному из вариантов задания (табл. 3.4) выбрать с помощью таблиц «операционные припуски», рассчитать промежуточные размеры для выполнения всех переходов, выполнить операционные эскизы для обработки одной ступени (по указанию преподавателя) детали (рис. 3.4, *а*). Заготовка – поковка (рис. 3.4, *б*), прошла фрезерно-центровальную операцию.

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки
- операционные эскизы;
- последовательность обработки вала в виде таблицы
- расчетные формулы с результатами расчета.

Таблица 3.4

Варианты задания 3.3

Вариант	Показатели заготовки				Показатели детали				L, мм
	$ØA_0$	$ØБ_0$	$ØB_0$	$ØГ_0$	$ØA_A$	$ØБ_Д$	$ØB_A$	$ØГ_A$	
0	44dll	66dll	40dll	32dll	38f8	60f8	36f8	28f8	430
1	40jsl5	46jsl5	36jsl5	34jsl5	30z8	40z8	32z8	22z8	430
2	38jsl4	66jsl4	34jsl4	26jsl4	32x8	60x8	30x8	20x8	430
3	46jsl6	62jsl6	42jsl6	34jsl6	38u8	56u8	38u8	28u8	430
4	50jsl5	66jsl5	48jsl5	37jsl5	44h8	62h8	44h8	32h8	430
5	50jsl3	68jsl3	40jsl3	27jsl3	42s8	64s8	36s8	20s8	430
6	40jsl5	60jsl5	42jsl5	29jsl5	30d9	55d9	38d9	22d9	430
7	32jsl4	66jsl4	36jsl4	27jsl4	28d9	60d9	30d9	20d9	430
8	42jsl6	64jsl6	40jsl6	34jsl6	38x8	58x8	36x8	28x8	430
9	40jsl3	66jsl3	35jsl3	30jsl3	32u8	62u8	32u8	22u8	430
10	32jsl4	50jsl4	35jsl4	25jsl4	25z8	44z8	30z8	18z8	430
11	45jsl5	68jsl5	48jsl5	32jsl5	35d9	60d9	40d9	26d9	430
12	38jsl4	66jsl4	36jsl4	27jsl4	32d9	60d9	30d9	20d9	430
13	46jsl6	64jsl6	40jsl6	34jsl6	38x8	58x8	36x8	28x8	430
14	40jsl3	66jsl3	35jsl3	30jsl3	32u8	58u8	30u8	26u8	430
15	38jsl4	50jsl4	35jsl4	25jsl4	30z8	44z8	30z8	18z8	430

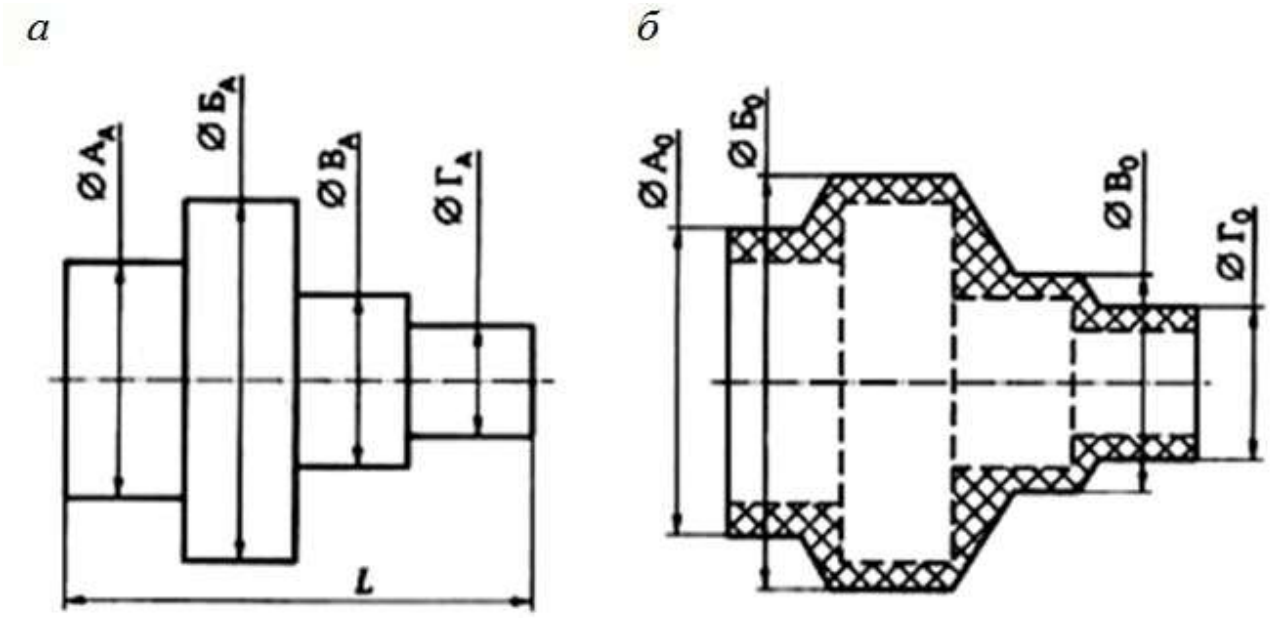


Рис. 3.4. Вал:
а – размеры детали; *б* – размеры заготовки

РАБОТА №4
РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК

Краткие теоретические сведения

Форма заготовки должна быть приближена к форме детали. Это приближение во многом определяет технико-экономические показатели технологического процесса изготовления детали.

Спроектировать заготовку – это значит установить ее форму, размеры с допускаемыми отклонениями (допусками), припуски на механическую обработку, твердость материала и другие технические требования, которым должна соответствовать заготовка для детали.

При обработке любой поверхности за один рабочий ход на предварительно настроенном станке партии заготовок в результате упругих деформаций системы обработки и изменяющихся в пределах допуска размеров *а*заготовок от наименьшего $a_{\min}$ до наибольшего $a_{\max}$ размеры b деталей также будут изменяться от наименьших $b_{\min}$ до $b_{\max}$ наибольших. Значение Z промежуточного припуска также будет изменяться от наименьшего $Z_{\min}$ до наибольшего $Z_{\max}$.

Значение i-го наименьшего промежуточного припуска представляется как разность:

$$Z_{i\min} = a_{\min} - b_{\max} \qquad (4.1)$$

Значение i-го наибольшего промежуточного припуска

$$Z_{\max} = a_{\max} - b_{\min} \qquad (4.2)$$

Однако в рамках данного учебного пособия целесообразно пользоваться номинальными значениями припусков, размеров заготовки и размеров детали.

Номинальный припуск – это разность между номинальным размером a_{i-1} заготовки, полученным на предыдущем (i - 1)-м переходе, и размером b_i, детали, полученным на выполняемом i-м переходе:

$$Z_{i\text{ном}} = a_{i-1} - b_i. \qquad (4.3)$$

Тогда общий Z_0 номинальный припуск на обработку конкретной поверхности заготовки рассчитывают в виде суммы номинальных припусков на все технологические переходы (или операции) по обработке данной поверхности. В то же время этот припуск будет равен разности номинальных размеров заготовки и детали, т. е.:

$$Z_0 = \sum_{1}^{n} Z_{i\text{ном}} = a_{\text{ном.заг}} - b_{\text{ном.дет}}, \qquad (4.4)$$

где n – общее число технологических переходов или операций по обработке данной поверхности.

Таким образом, наружные номинальные размеры каждой поверхности исходной заготовки определяют путем прибавления к наружным номинальным размерам d_A, D_A, L_A каждой поверхности детали общих номинальных припусков, $Z_{\text{общ}d}$,. $Z_{\text{общ}D}$, $Z_{\text{общ}L1}$,. $Z_{\text{общ}L2}$ на обработку данной поверхности. Внутренние номинальные размеры каждой поверхности исходной заготовки определяют путем вычитания из внутренних номинальных размеров каждой поверхности

детали общих номинальных припусков на обработку данной поверхности. Так, например, для детали, изображенной на рис. 4.1, *а*, размеры исходной заготовки (рис. 4.1, *б*) можно определить по формулам:

$$d_0 = d_A + 2Z_{общd}; \quad (4.5)$$

$$D_0 = D_A + 2Z_{общD}; \quad (4.6)$$

$$L_0 = L_A + Z_{общL1} + Z_{общL2} \quad (4.7)$$

Общие припуски $Z_{общd}$,$Z_{общD}$, $Z_{общL1}$ и $Z_{общL2}$ выбирают по соответствующим таблицам.

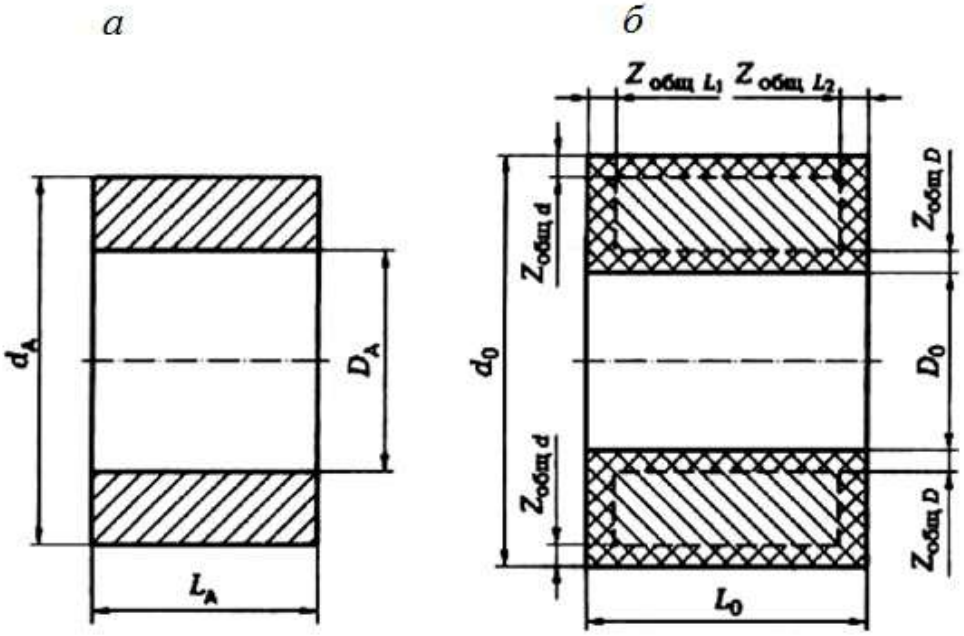


Рис. 4.1. Схема определения размеров заготовки:
а – размеры детали; *б* – расположение припусков и размеры заготовки

Задание 4.1

По одному из вариантов задания (табл. 4.1) спроектировать исходную заготовку для изготовления вала (рис. 4.2, *а*) из стального (18ХНЗА) проката в условиях мелкосерийного производства (200 шт./год). Шероховатость поверхности проката *Rz* 250 мкм.

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки;
- расчетные формулы и результаты расчета.

Пример выполнения задания 4.1(вариант № 0)

Из анализа чертежа детали (см. рис. 4.2, *а*) следует, что перепады диаметров вала незначительные ($\Delta d \leq$ 10 мм), требования к механическим свойствам материала заготовки отсутствуют, а производство мелкосерийное. Поэтому до-

пустимо нарезать штучные заготовки из цилиндрического прутка длиной L_0 и диаметром d_0.

Диаметр заготовки определяем по формуле (4.5). Общий припуск (Приложение 4) $2Z_{общd} = 8$ мм с учетом длины заготовки в интервале 180 ... 260 мми параметра шероховатости детали *Ra* 1,2 мкм. Тогда наружный диаметр заготовки

$$d_0 = d_A + 2Z_{общd} = 89 + 8 = 97мм.$$

Длину L_0 штучной заготовки определяем по формуле (4.7). По Прилож. 4 с учетом длины заготовки в интервале 180 ... 260 мм и параметра шероховатости детали *Rz* 40 мкм находим

$$Z_{общL1} = Z_{общL2} = 4мм.$$

Тогда длина штучной заготовки

$$L_0 = L_A + Z_{общL1} + Z_{общL2} = 250 + 4 + 4 = 258 \text{ мм}.$$

При разрезании прутка на штучные заготовки назначаем допуск на длину по 12-му квалитету (*js*12), а допуск на диаметр установим +0,6 ... – 1,7 мм (по ГОСТ 2590-88). Эскиз заготовки представлен на рис. 4.2, *б*.

Таблица 4.1

Индивидуальные варианты для выполнения задания 4.1

Вариант	Показатели детали								
	ØА		ØБ		ØВ		L_1, мм	L_2, мм	L, мм
	Номинальный размер, мм	*Ra*, мкм	Номинальный размер, мм	*Ra*, мкм	Номинальный размер, мм	*Ra*, мкм			
0	80	1,2	89	1,2	85	80	130	100	250
1	60	2,5	100	2,5	70	80	100	120	260
2	30	1,2	80	2,5	40	80	110	90	250
3	120	2,5	130	1,2	60	80	80	120	250
4	80	2,5	100	1,2	70	80	110	105	260
5	20	1,2	80	2,5	40	80	85	95	200
6	90	2,5	160	2,5	80	80	140	60	250
7	68	1,2	100	2,5	45	80	125	75	250
8	75	2,5	100	1,2	78	80	100	60	200
9	30	1,2	88	2,5	40	80	105	124	260
10	70	1,2	100	1,2	60	80	88	68	180
11	86	2,5	92	2,5	88	80	80	120	250
12	78	1,2	88	2,5	82	80	100	105	250
13	86	2,5	95	1,2	90	80	85	95	200
14	90	2,5	100	2,5	95	80	140	60	260
15	82	1,2	90	1,2	86	80	100	75	200

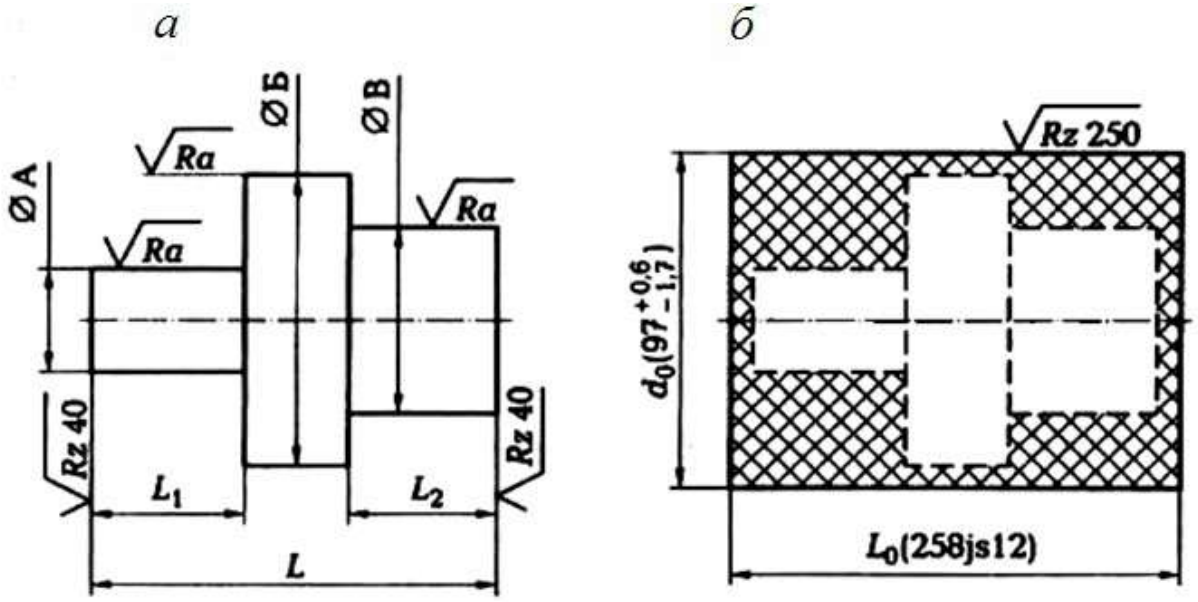


Рис. 4.2. Схема проектирования заготовки для вала:
а – размеры детали; *б* – размеры заготовки

Задание 4.2

По одному из вариантов задания (табл. 4.2) спроектировать исходную заготовку для изготовления детали – вала (рис. 4.3) из стального (сталь 45) проката в условиях среднесерийного производства (1200 шт./год). Шероховатость поверхности проката *Rz* 250 мкм.

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки;
- расчетные формулы и результаты расчета.

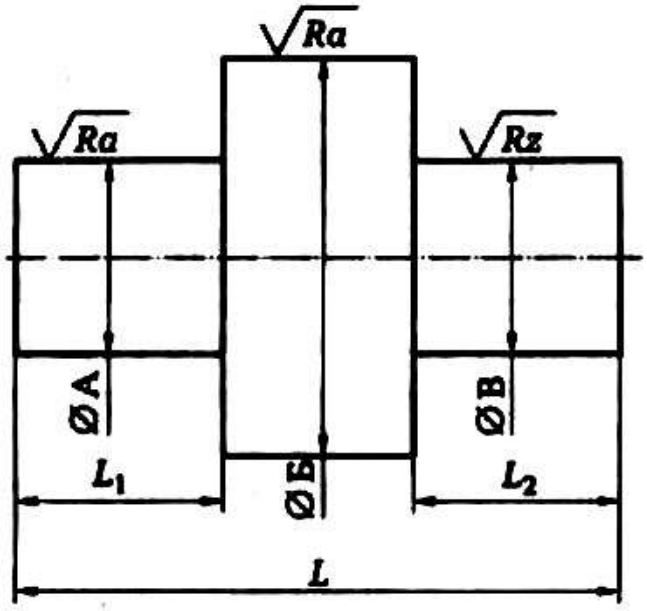


Рис. 4.3. Эскиз обрабатываемой детали (вала)

Таблица 4.2

Индивидуальные варианты для выполнения задания 4.2

Вариант	Показатели детали								
	ØA		ØБ		ØВ		L_1, мм	L_2, мм	L, мм
	Номинальный размер, мм	*Ra*, мкм	Номинальный размер, мм	*Ra*, мкм	Номинальный размер, мм	*Rz*, мкм			
1	70	2,5	120	2,5	70	80	100	100	200
2	40	1,2	180	2,5	40	80	90	90	260
3	60	2,5	100	1,2	60	80	60	60	200
4	70	2,5	160	1,2	70	80	105	105	260
5	40	1,2	90	2,5	40	80	95	95	220
6	80	2,5	110	2,5	80	80	60	60	210
7	45	1,2	100	2,5	45	80	75	75	230
8	78	2,5	140	1,2	78	80	60	60	180
9	40	1,2	98	2,5	40	80	80	80	205
10	60	1,2	150	1,2	60	80	68	68	195
11									
12									
13									
14									
15									

Задание 4.3

По одному из вариантов задания (табл. 4.3) спроектировать исходную заготовку для изготовления корпуса (рис. 4.4) из серого чугуна в условиях крупносерийного производства (20 000 шт./год). Шероховатость поверхности заготовки *Rz*< 320 мкм.

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки;
- расчетные формулы и результаты расчета.

Таблица 4.3

Индивидуальные варианты для выполнения задания 4.3

Показатели детали	Вариант															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
А, мм	15	20	16	12	14	12	16	12	14	16	14					
Б, мм	96	104	98	102	104	100	104	116	112	118	108					
В, мм	76	82	78	80	82	80	82	92	92	90	88					
Г, мм	38	41	36	40	41	40	41	46	46	45	44					
ø Д мм	55	50	48	50	48	52	50	56	56	52	50					
Е, мм	70	65	70	76	68	80	72	76	86	80	72					
И, мм	96	70	66	72	68	80	84	60	64	58	76					
К, мм	120	100	98	104	102	110	120	100	96	102	100					
ø Т мм, мм	10	12	10	11	12	10	12	14	10	14	10					
Х, мм	12	15	16	16	17	15	18	20	16	22	12					
Радиус *R*, мм	32	30	29	30	30	30	30	34	36	35	34					

Пример выполнения задания 4.3 (вариант № 0)

Из анализа чертежа детали (см. рис. 4.4) следует, что механической обработке подвергаются:

- внутреннее отверстие диаметром Д = 55 мм, расположенное на расстоянии E = 70 мм от плоскости D,
- плоскость D основания;
- две плоские поверхности F на верхней стороне прямоугольного фланца толщиной A;
- две плоские поверхности G на торцах цилиндрической поверхности R = 32 мм;
- четыре отверстия диаметром T в основании (прямоугольном фланце);
- две плоские поверхности I прямоугольного фланца.

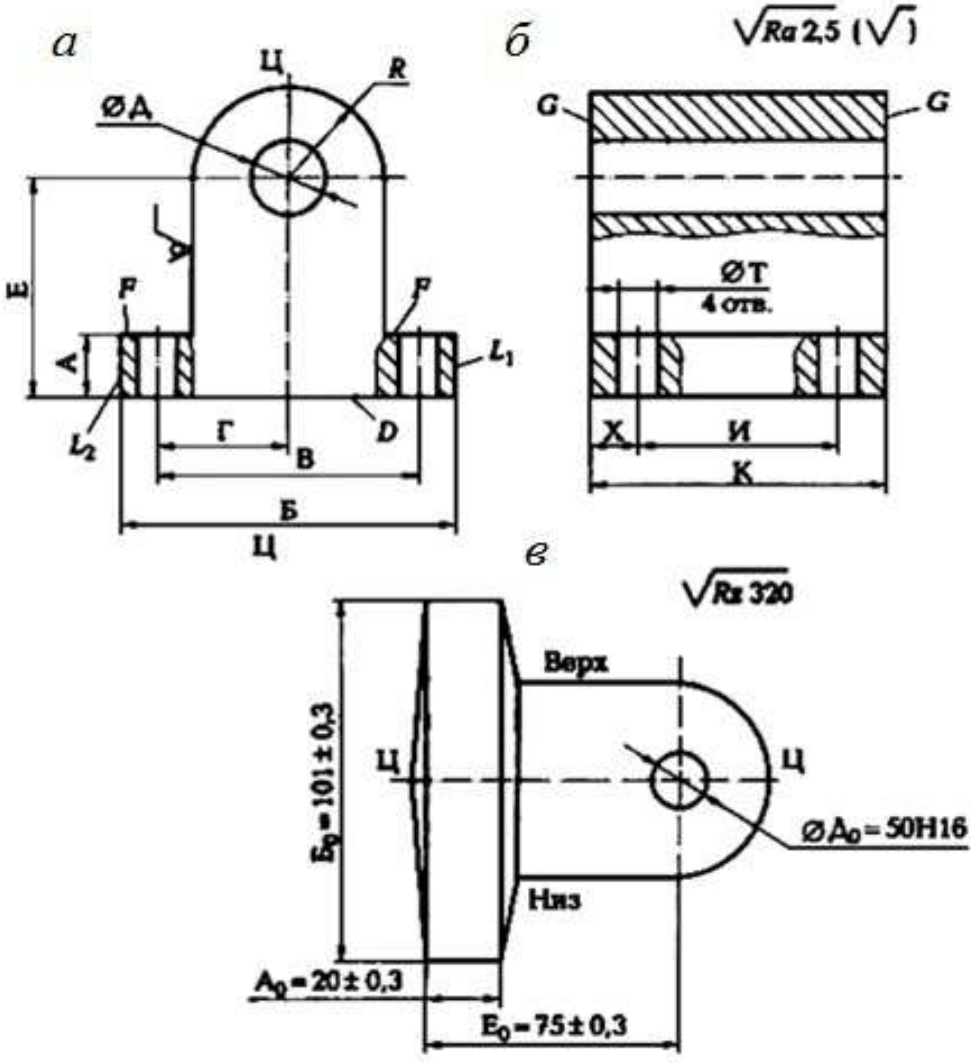


Рис. 4.4. Деталь – корпус *(а, б)* и заготовка детали (*в*)

Вид производства (крупносерийное) позволяет использовать литье в земляные формы по деревянным (или металлическим) моделям с максимальным

приближением формы заготовки к форме детали. Точность размеров литья соответствует 15 – 16-му квалитетам, шероховатость поверхности Rz< 320 мкм.

Так как деталь имеет плоскость симметрии (плоскость Ц – Ц), то ее целесообразно принять за плоскость разъема модели и формы, что облегчит установку и снятие стержня для получения центрального отверстия в отливке. Соответственно этому будут определены литейные уклоны на вертикальных поверхностях и положение формы при заливке металла.

Общие припуски $Z_{общ}$ на механическую обработку можно выбрать по Приложению1 с учетом рассчитанной массы m заготовки (10 ... 16 кг), размера обрабатываемой поверхности и параметра ее шероховатости (Ra 2,5 мкм):

– на плоскости D основания корпуса $Z_{общD} = 2{,}5$ мм;
– на торце G_1 основания корпуса $Z_{общG1} = 2{,}5$ мм;
– на торец G_2 основания корпуса $Z_{общG2} = 2{,}5$ мм;
– на верхнюю площадку F основания корпуса $Z_{общF} = 2{,}5$ мм;
– на центральное отверстие Д $– 2Z_{общД} = 2{,}5 \cdot 2 = 5{,}0$ мм;
– на боковые стороны L_1 и L_2 основания $Z_{общL1} = Z_{общL2} = 2{,}5$ мм.

Размеры заготовки рассчитываем по формулам (1.14), (1.15), (1.16):

– диаметр центрального отверстия $Д_о = Д_д - Z_{общД} = 55 - 5{,}0 = 50$ мм;
– длина заготовки $К_о = К_А + Z_{общG1} + Z_{общG2} = 120 + 2{,}5 + 2{,}5 = 125$ мм;
– толщина основания $А_о = А_А + 2Z_{общД} + Z_{общF} = 15 + 2{,}5 = 2{,}5 = 20$ мм;
– ширина заготовки $Б_о = Б_А + Z_{общL1} + Z_{общL2} = 96 + 2{,}5 + 2{,}5 = 101$ мм;
– координирующий размер $Е_о = Е_А + Z_{общD} = 70 + 2{,}5 = 72{,}5$ мм.

Предельные отклонения размеров отливки устанавливаем ± 0,3 мм, литейные уклоны – 3 ... 5º. Назначаем очистку заготовки дробеструйной обработкой.

Эскиз заготовки представлен на рис. 4.4, *б*, где обозначено: **Ц – Ц** – плоскость разъема модели и формы; «Верх» и «Низ» – расположение соответственно верха и низа формы во время заливки в нее расплавленного металла.

Задание 4.4

По одному из вариантов задания (табл. 4.4) спроектировать исходную заготовку, изготовляемую объемной штамповкой из стали 18ХНВА, для изготовления вала (рис. 4.5, *а*) в условиях серийного производства (4 000 шт./год). Шероховатость поверхности заготовки Rz< 320 мкм. Заготовка проходит закалку, отпуск (320 ... 380 НВ).

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки;
- расчетные формулы и результаты расчета.

Таблица 4.4

Индивидуальные варианты для выполнения задания № 4.4

Показатели детали		Вариант															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ø A_A	Номинальный размер, мм	80	68	88	80	70	60	70	66	72	78	80					
	Точность	d9	f9	e9	d9	f9	f9	d9	d9	f9	e9	f9					
	Ra, мкм	1,2	2,5	2,5	1,2	1.2	2,5	2,5	1,2	1,2	1,2	2,5					
Ø $Б_A$	Номинальный размер, мм	90	78	98	90	80	70	80	86	96	100	110					
	Точность	d9	e9	f9	d9	e9	e9	f9	d9	d9	e9	f9					
	Ra, мкм	1,2	2,5	1,2	1,2	2,5	2,5	1,2	1.2	2,5	2,5	2,5					
Ø B_A	Номинальный размер, мм	85	73	92	85	75	65	70	66	80	84	95					
	Точность	d9	f9	e9	d9	d9	f9	f9	e9	d9	e9	f9					
	Ra, мкм	1,2	2,5	2,5	1.2	1,2	2,5	2.5	2,5	2,5	1,2	1,2					
Длина L_A, мм		500	400	500	400	250	300	500	400	420	450	500					
Длина L_{1A}, мм		130	200	220	100	80	120	220	180	198	120	220					
Длина L_{2A}, мм		80	80	78	90	64	40	96	60	86	64	85					

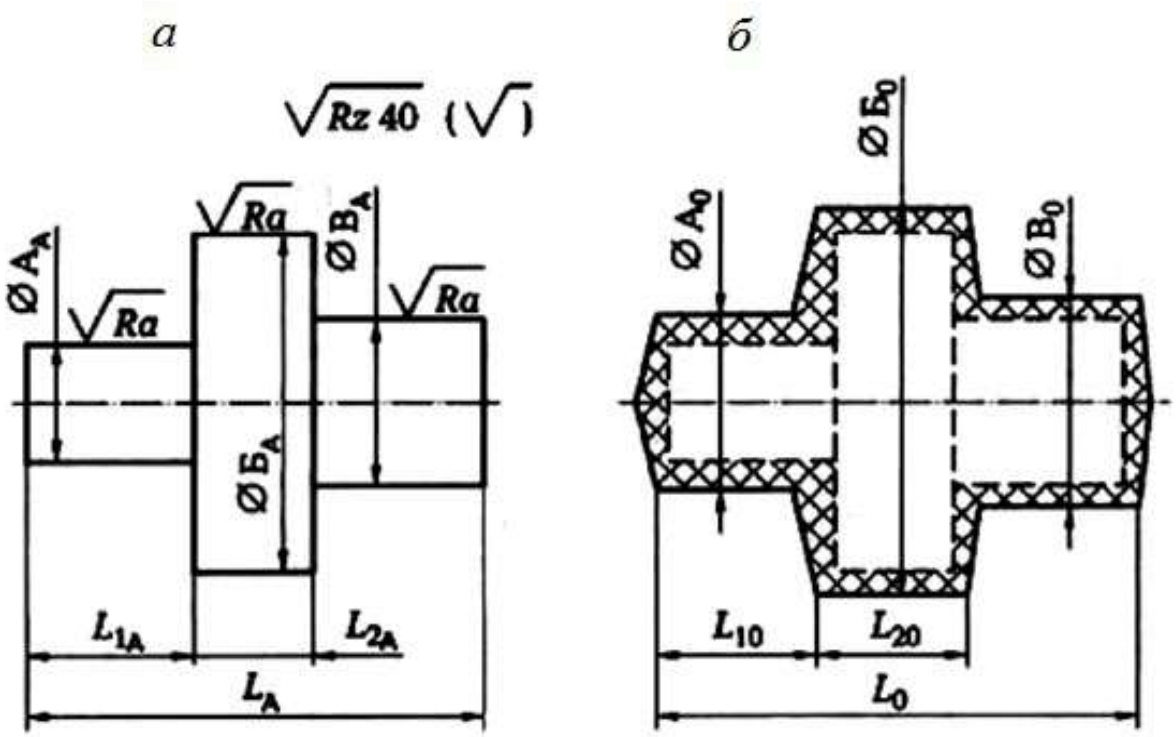


Рис. 4.5. Деталь – вал (*а*) и штампованная заготовка (*б*) для вала

Пример выполнения задания 4.4 (вариант № 0)

Учитывая размеры и форму детали и свойства материала, целесообразно получать заготовку в штампе. Тогда ось поковки должна располагаться горизонтально в плоскости разъема штампа.

Размеры диаметров поковки с допусками рассчитываем с учетом припусков, определяемых по Приложению 4, увеличенных на 0,5 мм на сторону для учета угара поверхностного слоя металла при нагреве в печи.

Результаты расчета сведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Результаты расчета диаметров ступеней заготовки

Диаметр ступени детали, мм	*Ra,* мкм	Общий припуск на диаметр, мм	Диаметр ступени заготовки, мм	Допуск для размера заготовки, мм
Ø A_A = 80	1,25	2(2,9 + 0,5) = 6,8	Ø A_0 = 86,8	+1,3 – 0,7
Ø $Б_A$ = 90	1,25	2(2,9 + 0,5) = 6,8	Ø $Б_0$ = 95,8	
Ø $В_A$ = 85	1,25	2(2,6 + 0,5) = 6,2	Ø $В_0$ = 91,2	

Размеры длин ступеней заготовки с допусками рассчитываем с учетом припусков, определяемых по Приложению 4. Припуск на каждый торец увеличен на 0,5 мм для учета угара поверхностного слоя металла при нагреве в печи. Результаты расчета сведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Результаты расчета длин ступеней заготовки

Длина ступени детали	*Rz*, мкм	Общий припуск на два торца, мм	Длина ступени заготовки, мм	Допуск для размера заготовки, мм
$L_{1A} = 130$	40	(3,1+0,5) – (2,5 + 0,5) = 0,6	$L_{10} = 129,4$	+1,3 – 0,7
$L_A = 500$	40	(3,1+0,5) + (3,1 +0,5) = 7,2	$L_0 = 507,2$	
$L_{2A} = 80$	40	(3,1 +0,5) + (3,1 +0,5) =7,2	$L_{20} = 87,2$	

Технические требования, предъявляемые к заготовке (рис. 4.5, *б*):

- Допускаемое смещение по разъему штампа не более 0,9мм;
- допускаемый заусенец по периметру обрезки облоя не более 1,7 мм;
- допускаемое радиальное биение поверхностей не более 1 мм;
- внешние штамповочные уклоны 7°;
- радиусы закругления внешних углов 4 мм;
- очистка от окалины травлением или другим способом.

Задание 4.5

По одному из вариантов задания (табл. 4.7) спроектировать исходнуюзаготовку, получаемую объемной штамповкойиз стали38ХМЮА,для изготовления зубчатого колеса (рис. 4.6) в условиях серийного производства (10000 шт./год). Шероховатость поверхности заготовки *Rz* ≤ 320 мкм. Термообработка заготовки – закалка (НВ ≥ 280).

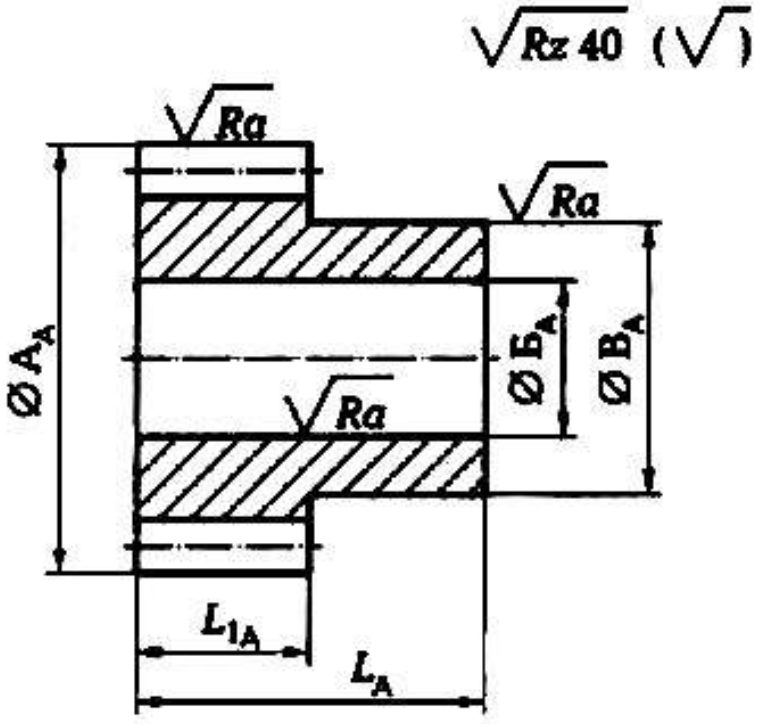


Рис. 4.6. Эскиз обрабатываемого зубчатого колеса

Таблица 4.7

Индивидуальные варианты для выполнения задания 4.5

Показатели детали		Вариант														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ø A_A	Номинальный размер, мм	80	90	80	70	60	70	90	70	75	90					
	Точность	hl0	e9	d9	fl0	f9	dl0	d9	fl0	e9	fl0					
	Ra, мкм	2,5	2,5	1,2	1,2	2,5	2,5	1,2	1,2	1,2	1,2					
Ø $Б_A$	Номинальный размер, мм	30	40	30	28	20	30	40	30	25	45					
	Точность	H8	H9	H8	H9	H8	Hl0	H8	H9	H8	H9					
	Ra, мкм	1,2	1,2	1,2	2,5	2,5	1,2	1,2	2,5	2,5	2,5					
Ø B_A	Номинальный размер, мм	50	60	50	40	30	50	60	50	45	70					
	Точность	h9	e10	d9	d9	f9	fl0	e9	d9	el0	d9					
	Ra, мкм	1.2	2.5	1.2	1,2	2,5	2,5	2,5	2,5	1,2	1,2					
L_A	Номинальный размер, мм	50	60	45	60	50	60	75	60	48	65					
	Точность	hl0	dl0	d9	fl0	e9	fl0	el0	d9	d9	d9					
L_{1A}	Номинальный размер, мм	30	40	25	40	30	45	60	40	30	50					
	Точность	h6	d9	fl0	f9	el0	el0	d9	d9	fl0	fl0					

Отчет по заданию должен содержать:

- эскизы детали и заготовки;
- расчетные формулы и результаты расчета;
- Технические требования на изготовление заготовки.

РАБОТА №5
ВЫБОР БАЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК

Краткие теоретические сведения

При обработке заготовок на металлообрабатывающих станках заготовку чаще всего устанавливают и крепят в приспособлении, а приспособление устанавливают и закрепляют на столе станка. При этом со стороны заготовки участвует установочная база, а со стороны приспособления участвует установочная поверхность. Происходит ***базирование*** заготовки, т. е. придание ей требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траекторию движения подачи режущего инструмента.

Процесс установки заготовки на станок складывается из двух этапов: базирования, в результате которого заготовку правильно ориентируют в зоне обработки станка, и закрепления, что обеспечивает неизменность положения заготовки, полученного при базировании, от начала до окончания ее обработки.

Правильное базирование заготовки во многом определяет точность обработки при автоматическом получении размеров.

База – это поверхность, линия или точка, принадлежащие заготовке, относительно которой задают или измеряют положение других поверхностей, линий или точек. Однако в технологии машиностроения используют более конкретные понятия: конструкторская база и технологическая база.

Конструкторская база (КБ) – это поверхность, линия или точка детали, относительно которой на рабочем чертеже детали задают положение другой поверхности, линии или точки этой детали. Различают ***явные конструкторские базы***, в качестве которых используют материальные поверхности, линии или точки, и ***скрытые конструкторские базы,*** в качестве которых используют не материальные поверхности, линии или точки, а геометрические элементы рабочего чертежа детали, такие как осевая линия, плоскость симметрии, биссектриса угла и др.

Технологическая база (ТБ) – это база, используемая для определения положения изделия (заготовки, детали) в процессе технологического процесса его изготовления. На разных стадиях процесса изготовления могут использоваться различные технологические базы. По ходу технологического процесса изготовления детали удобно различать следующие технологические базы: исходная база, установочная база, измерительная база.

Исходная (или настроечная) база (ИБ) – это поверхность, линия или точка, относительно которой в ***технологическом документе,*** например в опе-

рационной карте, координировано положение обрабатываемой в данной операции поверхности. Размеры, которыми координируют положение обрабатываемых поверхностей, называют ***исходными размерами***.

Установочная (или контактная) база (УБ) – это поверхность и только поверхность заготовки, которая при установке заготовки в приспособлении (или непосредственно на станке) создает определенность ее положения в направлении исходного (операционного) размера, т. е. координирует заготовку в направлении исходного размера.

Измерительная (или проверочная) база (ИзБ) – это поверхность, образующая или точка поверхности детали, относительно которой контролируют положение обработанной поверхности, т. е. проверяют правильность выдерживания исходного размера.

Пример 1. Для получения размеров *a* и *b* (рис. 5.1, *а*) при фрезеровании выделенных поверхностей заготовки *1* установочными базами являются:

- поверхность А для исходного размера *a*, который получают непосредственно при установке фрезы *2* относительно плоскости А, определяемой установочными элементами *3* приспособления;
- поверхность В для исходного размера *b*, который получают также при установке фрезы *2* относительно упора *4*, как разность $b = c - (d_ф /2)$, где *c* – расстояние от упора *4* до оси фрезы *2*; $d_ф$ – диаметр фрезы.

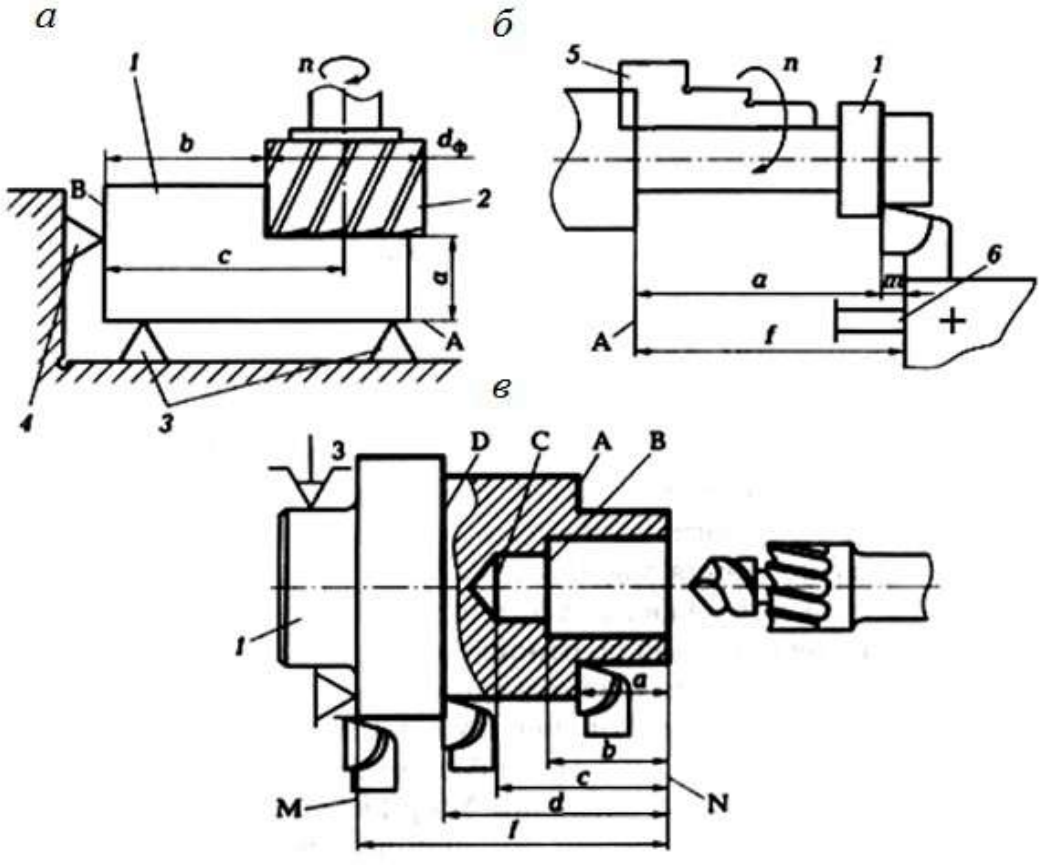


Рис. 5.1. Установочные базы:
а – при фрезеровании; *б* – при обтачивании; *в* – при обработке на многоинструментальном токарном станке

Пример 2. При обтачивании мерной заготовки *1* (рис. 5.1, *б*), установленной в трехкулачковом патроне *5* до упора в его поверхность А, исходный размер *a* обеспечивается при наладке станка путем закрепления упора *6* на расстоянии $f = a + m$ от упорной поверхности А патрона.

Пример 3. При обработке на многоинструментальном токарном станке заготовка *1* поверхностью М (рис. 5.1, *в*) упирается в торцевую поверхность трехкулачкового патрона. По отношению к торцевой поверхности *N*, т. е. исходному размеру *f* поверхность М является одновременно и установочной (опорной) базой и исходной базой. При дальнейшей обработке заготовки поверхность *N* связана с другими обрабатываемыми поверхностями *A, B, C,* и *D* размерами *a*, *b*, *c* и *d*. Положение перечисленных поверхностей на детали зависит от положения поверхности *N*, которая и является для них технологической (исходной) базой.

Задание 5.1

Обозначить исходные базы для обработки поверхностей, выделенных утолщенными линиями, с размерами $А_к$, $В_к$, $С_к$ на конструкторском чертеже рис. 5.2, *а.* Проставить исходные размеры и обозначить технологические базы.

Пример выполнения задания 5.1 представлен на рис. 5.2, *б.* Поверхность М заготовки *2* является одновременно и исходной базой, и установочной базой по отношению к исходному размеру А. Поверхность *N* заготовки является одновременно и исходной базой, и установочной базой по отношению к исходному размеру $В_и$. По отношению к размеру $С_и$ исходной базой является поверхность К, обрабатываемая в данной операции. Упор *1* является установочным элементом приспособления по отношению к исходному размеру $В_и$, а упор *3* является установочным элементом приспособления по отношению к исходному размеру $А_и$.

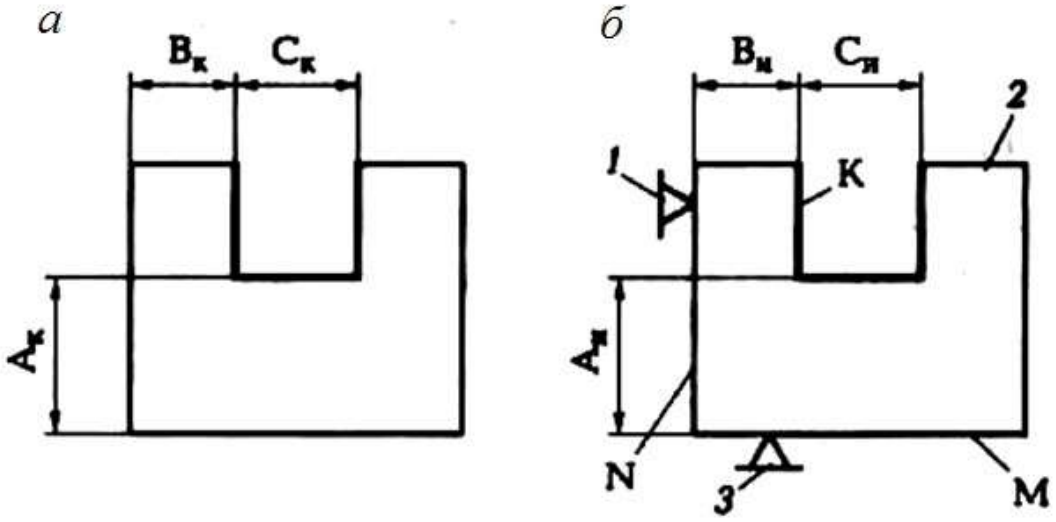


Рис. 5.2. Исходные базы:
а – обрабатываемые поверхности; *б* – схема базирования

Задание 5.2

При обработке заготовка *2* базируется согласно рис. 5.3. Обрабатываемые поверхности А и В выделены утолщенными линиями. Определить, какие поверхности заготовки являются установочными базами и какие элементы (*1, 3*) приспособления являются установочными элементами.

Задание 5.3

На рабочем чертеже детали (рис. 5.4) найти конструкторские базы и указать поверхности детали, по отношению к которым эти базы являются конструкторскими.

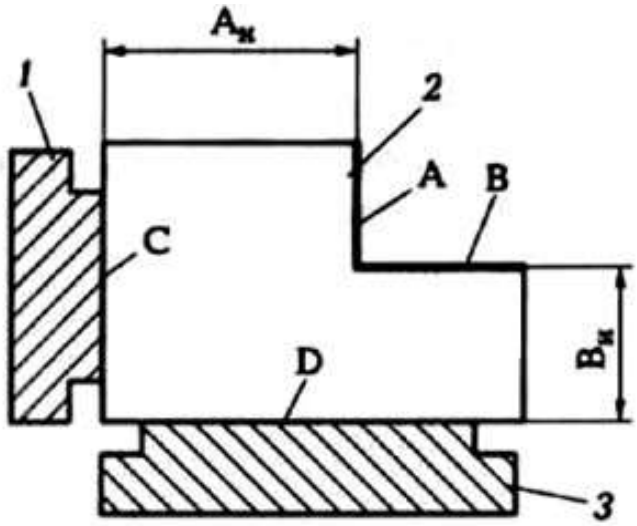


Рис. 5.3. Установочные базы и установочные элементы

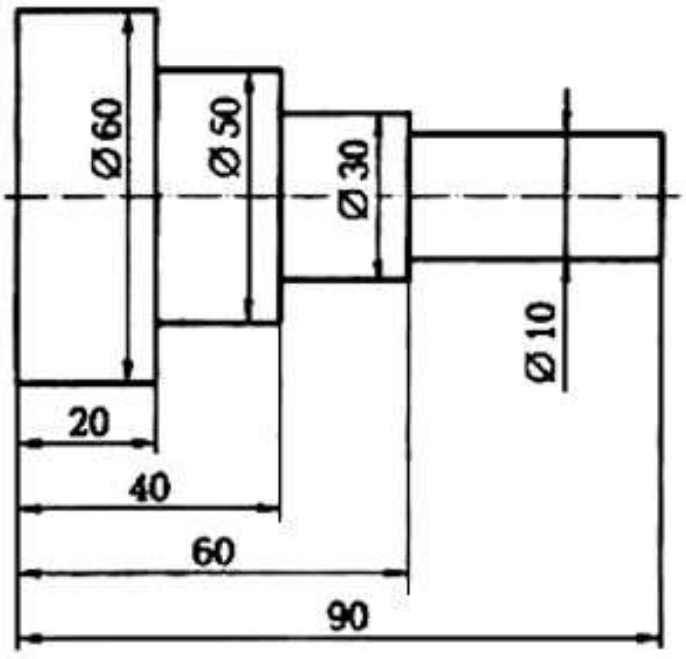


Рис. 5.4. Конструкторские базы

Задание 5.4

При обработке заготовки сверлят два отверстия Ø*d* и Ø*D* (рис. 5.5, *а*), выдерживая размеры *L* и *M*. Требуется определить возможные измерительные базы для контроля положения этих отверстий (размеры *L* и *M*).

Для контроля размера *L* измерительной базой может служить поверхность К (рис. 5.5, *б*) заготовки. Тогда, измеряя расстояние $A_{из}$ от поверхности К до образующей *F* определяют действительный размер $L_A = A_{из} + 0{,}5d$.

Для контроля размера *M* измерительной базой может служить одна из образующих *P* или *N* (рис. 5.5, *б*). Тогда, измеряя расстояние $M_{из}$ от образующей *P* до образующей *N*, определяют действительный размер $M_A = M_{из} + 0{,}5d + 0{,}5D$.

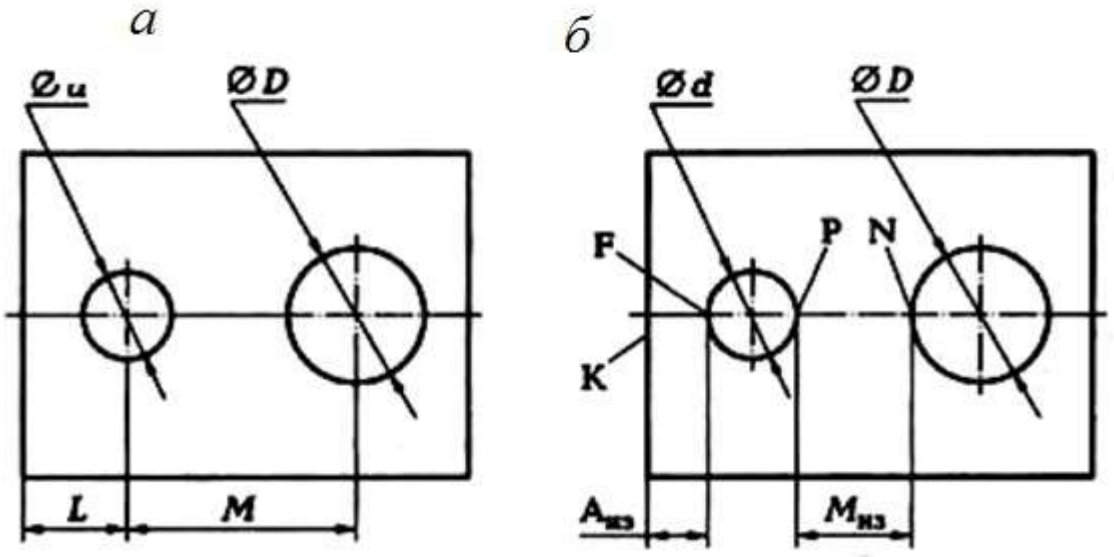


Рис. 5.5. Измерительные базы

Задание 5.5

Определить возможные измерительные базы по отношению к размерам 10 и 15 мм (рис. 5.6), получаемым при обработке отверстий Ø8 и Ø12 мм.

Краткие методические указания к выполнению работы

При высоких требованиях к точности обработки в качестве технологических баз следует принимать те поверхности заготовки, которые являются конструкторскими базами по отношению к обрабатываемым поверхностям.

В общем случае принцип совмещения баз по отношению к какой-либо обрабатываемой поверхности состоит в том, чтобы использовать в качестве всех технологических баз один и тот же элемент заготовки, который выступает в роли конструкторской базы по отношению к этой поверхности.

Несоблюдение принципа совмещения баз (при проектировании технологического процесса) приводит к появлению дополнительных погрешностей об-

работки. Эти погрешности появляются из-за допуска на взаимное положение поверхностей (или других элементов) заготовки, выступающих в роли различных баз. В первую очередь обращают внимание на совмещение исходной базы с конструкторской, а затем на совмещение установочной базы с исходной базой.

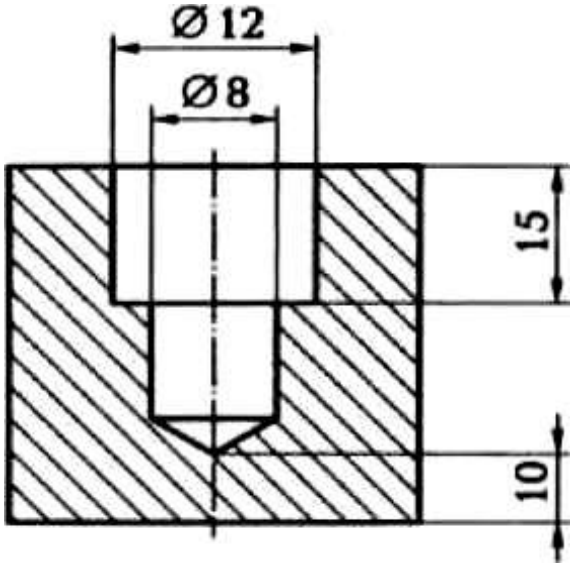


Рис. 5.6. Эскиз обрабатываемой детали

Пример 1. Несовмещение исходной базы с конструкторской базой (ИБ ≠ КБ).

Согласно рабочему чертежу детали (рис. 5.7, *а*) поверхность М координирована относительно поверхности *L* конструкторским размером $A_к$ с точностью $T_к$ = 0,2 мм ($A_к$ ± 0,1), что и требуется выдержать при обработке поверхности М. На операционном эскизе (рис. 5.7, *б*) обрабатываемая поверхность М координирована исходным размером $A_и$ ± 0,05 относительно поверхности N, которая является исходной базой. Очевидно, что ИБ ≠ КБ. Тогда в результате обработки поверхности М при таком базировании заготовки в требуемом конструкторском размере $A_к$ появится дополнительная погрешность $T_{и.к}$ = 0,2,т. е. равная допуску на размер *C* ± 0,1 взаимного положения КБ (поверхность *L*) и исходной базы (поверхность *N*). Действительная погрешность требуемого размера будет равна:

$$T_{к.А} = T_и + T_{и\text{-}к} = 0{,}1 + 0{,}2 = 0{,}3\text{мм},$$

что превышает требуемый допуск $T_к$ = 0,2 мм.

Для обеспечения требуемой точности при такой простановке исходного размера, следует действительную точность исходного размера повысить (погрешность уменьшить) на величину погрешности $T_{и\text{-}к}$ взаимного положения ИБ и КБ, т. е.

$$T_{и.А} \le T_к - T_{и\text{-}к} \text{ или } T_к \ge T_{и.А} + T_{и\text{-}к}. \quad (5.1)$$

В рассматриваемом примере 0,1 ≤ 0,2 – 0,2. Неравенство получилось неверное. Следовательно, при таком выборе исходной базы заданная точность обеспечена не будет.

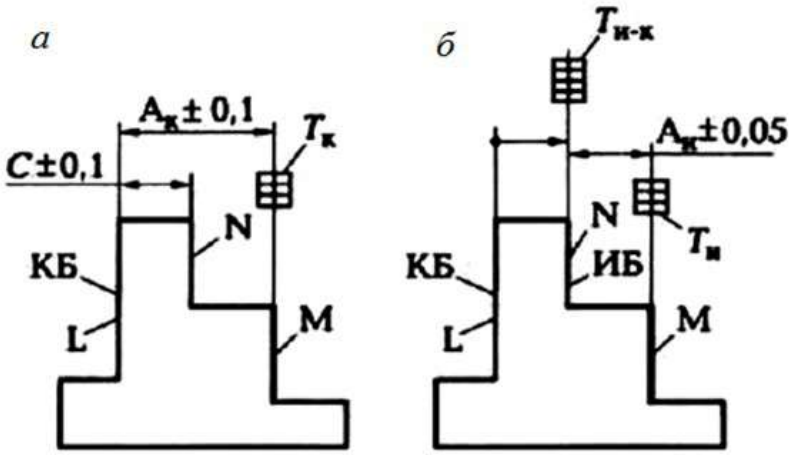


Рис. 5.7. Несовмещение исходной базы и конструкторской базы (ИБ ≠ КБ)

Пример 2. Несовмещение установочной базы с исходной базой (УБ ≠ ИБ).

Согласно рабочему чертежу детали (рис. 5.8, *а*) поверхность М координирована относительно поверхности *L* конструкторским размером $A_к$ с точностью $T_к = 0,2$ мм ($A_к \pm 0,1$), что и требуется выдержать при обработке поверхности *M*. На операционном эскизе (рис. 5.8, *б*) обрабатываемая поверхность *M* координирована исходным размером $A_и \pm 0,05$ относительно поверхности *L*, которая является исходной базой. Очевидно, что исходная база совмещена с конструкторской базой (ИБ = КБ). Принцип совмещения баз на этом этапе проектирования технологического процесса соблюден, и в результате обработки поверхности М при таком базировании заготовки в требуемом конструкторском размере $A_к$ не будет дополнительной погрешности $T_{и-к}$. Однако при базировании заготовки в рабочей зоне станка в качестве установочной базы выбрана поверхность *N* заготовки (см. рис. 5.8, *б*) т.е. допущено несовмещение установочной базы с исходной базой (УБ ≠ ИБ). Так как поверхность *L* (ИБ) и поверхность *N* (УБ) связаны размером В ± 0,1 (см. рис. 5.8, *а*), то в исходном размере $A_и \pm 0,05$ появится дополнительная погрешность $T_{у-и}$, равная допуску (0,2) на размер В ± 0,1, т. е. равная допуску на взаимное положение исходной базы и установочной базы. Действительная погрешность требуемого ($A_и$) размера будет равна

$$T_{и.А} = T_и + T_{у-и} = 0,1 + 0,2 = 0,3\text{мм},$$

что превышает требуемый допуск $T_и = 0,1$мм.

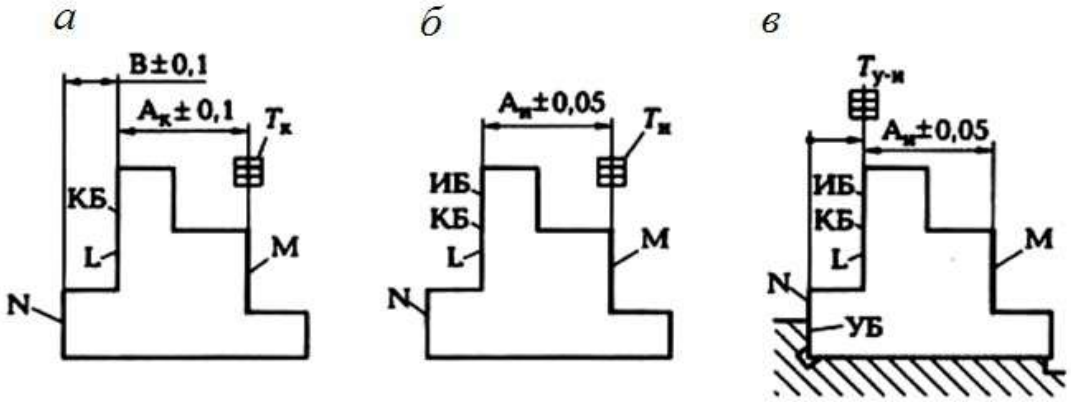


Рис. 5.8. Несовмещение установочной базы и исходной базы (УБ ≠ ИБ)

Для обеспечения требуемой точности при таком выборе установочнойбазы, следует точность исходного размера повысить на величину погрешности $T_{у-и}$ взаимного положения ИБ и УБ, т. е. действительная точность исходного размера

$$T_{и.а} \leq T_{и} - T_{у-и} \text{ или } T_{и} \geq T_{и.а} + T_{у-и}. \quad (5.2)$$

Несовмещение (ИБ ≠ КБ) следует учитывать при разработке операций технологического процесса, а несовмещение (УБ ≠ ИБ) следует учитывать при проектировании специального станочного приспособления для детали.

Несовмещение других технологических баз между собой или с конструкторской базой приводит к аналогичным последствиям.

Задание 5.6

На основании рабочего чертежа детали (рис. 5.9, *а*) и схемы обработки заготовки (рис. 5.9, *б*) определить возможность выполнения операции без брака по исходным размерам $20_{-1.0}$ и $10_{-1.0}$ мм.

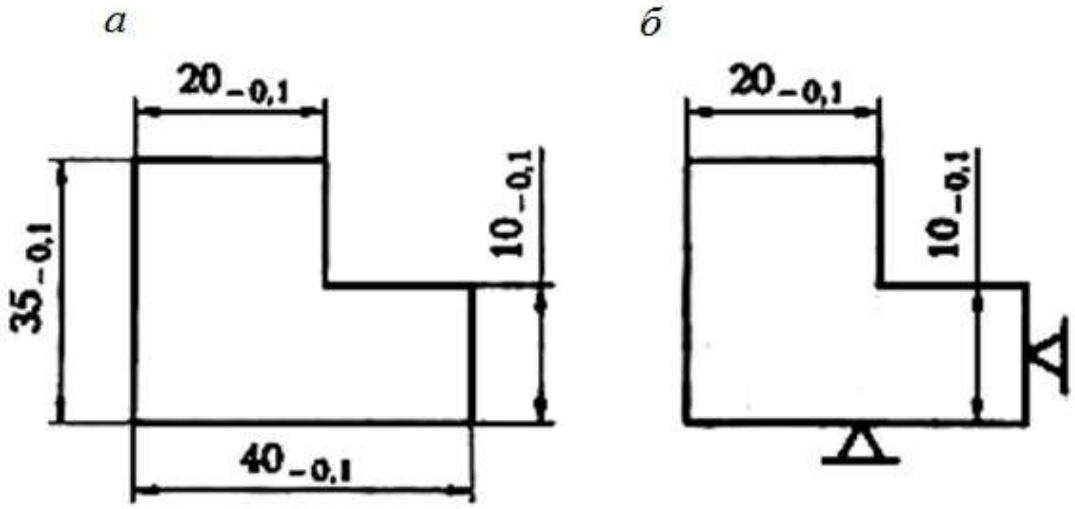


Рис. 5.9. Чертеж детали (а) и схема обработки (*б*)

Пример выполнения задания

Из анализа рабочего чертежа детали и схемы обработки делаем вывод, что по отношению к обоим исходным размерам $20_{-1.0}$, и $10_{-1.0}$, мм принцип совмещения баз не нарушен, т.е. исходная база совмещена с конструкторской базой (ИБ = КБ). Следовательно, погрешность взаимного положения баз отсутствует ($T_{и-к} = 0$). Тогда действительная точность исходного размера по формуле (5.1):

$$T_{и.а} \leq T_{к} - T_{и-к} \leq 0{,}1 - 0 \leq 0{,}1.$$

Заданная точность исходного размера $T_{и} = 0{,}1$. Так как действительная точность исходного размера равна заданной точности исходного размера (неравенство не нарушено), то операция будет выполнена без брака (без учета других возможных погрешностей обработки).

Задание 5.7

По одному из вариантов задания (табл. 5) определить возможность брака в исходном размере А, при фрезеровании паза, если заготовка базируется в зоне обработки станка по схеме, показанной на рис 5.10, *б*. На обработку заготовку подают с размерами, показанными на рис. 5.10, *а*. Как нужно изменить размеры заготовки и (или) исходный размер для предотвращения брака?

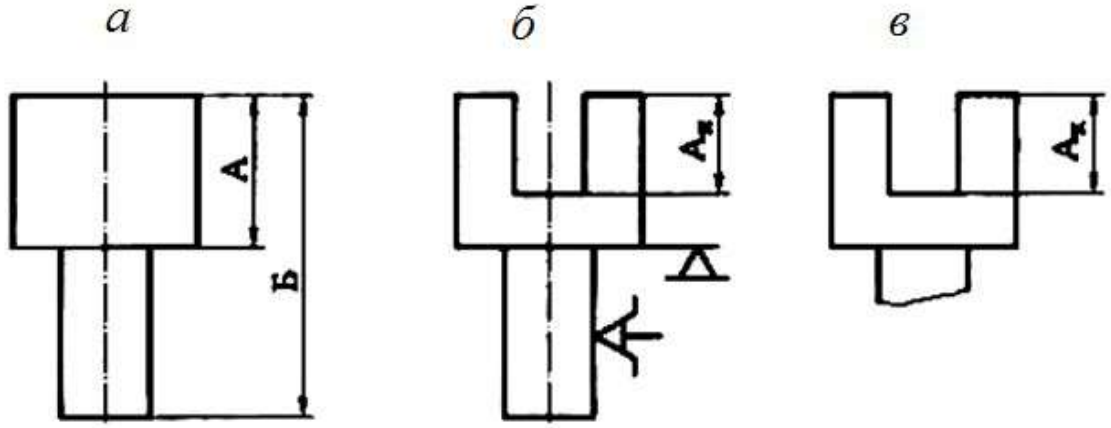


Рис. 5.10. Схема получения паза:
а – заготовка; *б* – исходный размер; *в* – конструкторский размер

Пример выполнения задания (вариант № 0)

По Приложению 1 находим цифровые значения допусков на все размеры:

- А – 20*h*ll($20_{-0.13}$);
- Б – 40*h*l2($40_{-0.25}$);
- $А_и$ – 14*H*11($14^{+0.11}$);
- Ак – 14*H*12($14^{+0.18}$).

Из анализа схемы базирования заготовки и варианта простановки исходного размера $А_и$ делаем вывод, что исходная база не совмещена с установочной базой (ИБ ≠ УБ). В этом случае точность исходного размера должна быть повышена на величину допуска на взаимное положение ИБ и УБ, который (см. рис. 5.10, *а*) $T_{и.у} = 0{,}13$ мм.

Тогда действительная точность исходного размера по формуле (5.2):

$$T_и \geq T_{и.А} + T_{у\text{-}и.} \geq 0{,}11 + 0{,}13 \geq 0{,}24 \text{мм}.$$

Заданная точность конструкторского размера $А_к$ (рис. 5.10, *в*) $T_к = 0{,}18$.

При таком соотношении погрешностей конструкторский размер не будет обеспечен, так как $T_и - T_к = 0{,}24 - 0{,}18 = 0{,}06$ мм. Есть четыре способа решения обеспечения заданной точности.

1. Повысить точность исходного размера на 0,06 мм. Тогда размер $A_и$ = $14^{+0.05}$ будет иметь допуск $T_и$ = 0,05 мм.

2. Повысить точность заготовки на 0,06 мм. Тогда размер А станет $20_{-0,07}$, который следует получить на предыдущей операции.

3. Снизить заданную точность ($A_к$ = $14^{+0.18}$) до размера $14^{+0.24}$.

Таблица 5

Индивидуальные варианты для выполнения задания 5.7

Показатели заготовки и детали		Вариант															
		0	1	22	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
А	Номинальный размер, мм	220	330	225	440	332	334	228	330	336	440	338					
	Точность	h11	h11	hl2	h11	hl2	h11	hl3	hl2	h11	h11	hl3					
Б	Номинальный размер, мм	40	50	45	60	52	54	48	50	56	60	58					
	Точность	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2					
$А_и$	Номинальный размер, мм	14	18	12	20	14	18	12	12	14	18	18					
	Точность	H11	H12	H11	H12	Hl0	Hl0	H12	H12	Hl0	H12	H11					
$А_к$	Номинальный размер, мм	14	18	12	20	14	18	12	12	14	18	18					
	Точность	H12	H13	H12	H13	H12	H12	H13	Hl0	H12	H13	H12					

4. Разделить 0,06 на три способа. Тогда

$$T_{и} = 0{,}11 - 0{,}02 = 0{,}09 \text{ мм};\ А_{и} = 14^{+0{,}09}\text{мм};$$
$$T_{А} = 0{,}13 - 0{,}02 = 0{,}11;\ А = 20^{-0{,}11}\text{мм};$$
$$T_{к} = 0{,}18 + 0{,}02 = 0{,}20;\ Ак = 14^{+0{,}20}\text{мм}.$$

Задание 5.8

На рис. 5.11 представлены рабочий чертеж детали и схема базирования заготовки в рабочей зоне станка. Требуется определить, для каких исходных размеров (по указанию преподавателя) нарушен принцип совмещения баз. Что можно изменить в операционном эскизе, чтобы не было брака по исходным размерам?

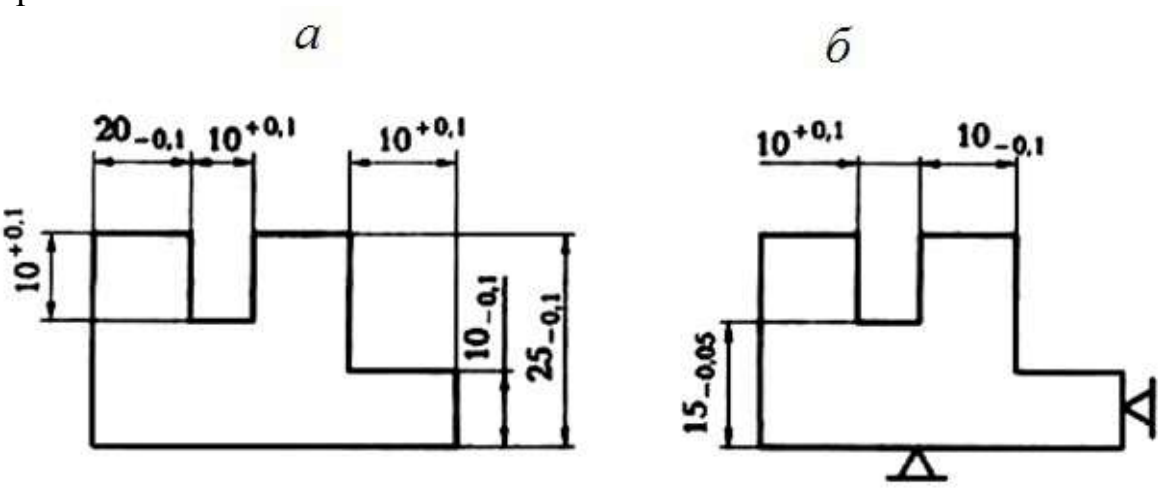


Рис. 5.11. Чертеж детали (*а*) и схема базирования заготовки (*б*)

РАБОТА №6
НОРМИРОВАНИЕ ТОКАРНОЙ ОПЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Цель работы – ознакомление с основными понятиями и определениями, используемыми при практическом нормировании токарных операций; приобретение навыков и умений по расчету времени, необходимому для обтачивания поверхностей, закрепление знаний по нормированию токарных операций.

Отчет по практической работе должен содержать:

- операционные эскизы обработки поверхностей на токарном станке;
- расчетные формулы;
- результаты расчетов;
- выводы по работе.

1. По одному из вариантов задания на практическую работу (рис. 6.1 и табл. 6.1):
– рассчитать основное (технологическое) время на обработку поверхностей заготовки в одну операцию;
– определить вспомогательное и подготовительно-заключительное время;
– рассчитать время на организационное и техническое обслуживание;
– определить норму времени на выполнение всей операции.
2. Материал режущей части резцов – Р9, диаметр сечения оправки 16 мм, угол резца в плане 45°.
3. Работа с охлаждением (СОЖ).
4. Масса заготовки – до 1 кг.
5. Материал заготовки – сталь 45 ($\sigma_в$ = 750 МПа).

Краткие методические указания к выполнению работы

При нормировании операций технологического процесса время можно определить следующими методами:

- расчетом по отдельным элементам на основе анализа последовательности и содержания действий рабочего и станка;
- приближенно по типовым нормам в условиях единичного и мелкосерийного производства;
- на основе хронометража фактических затрат времени.

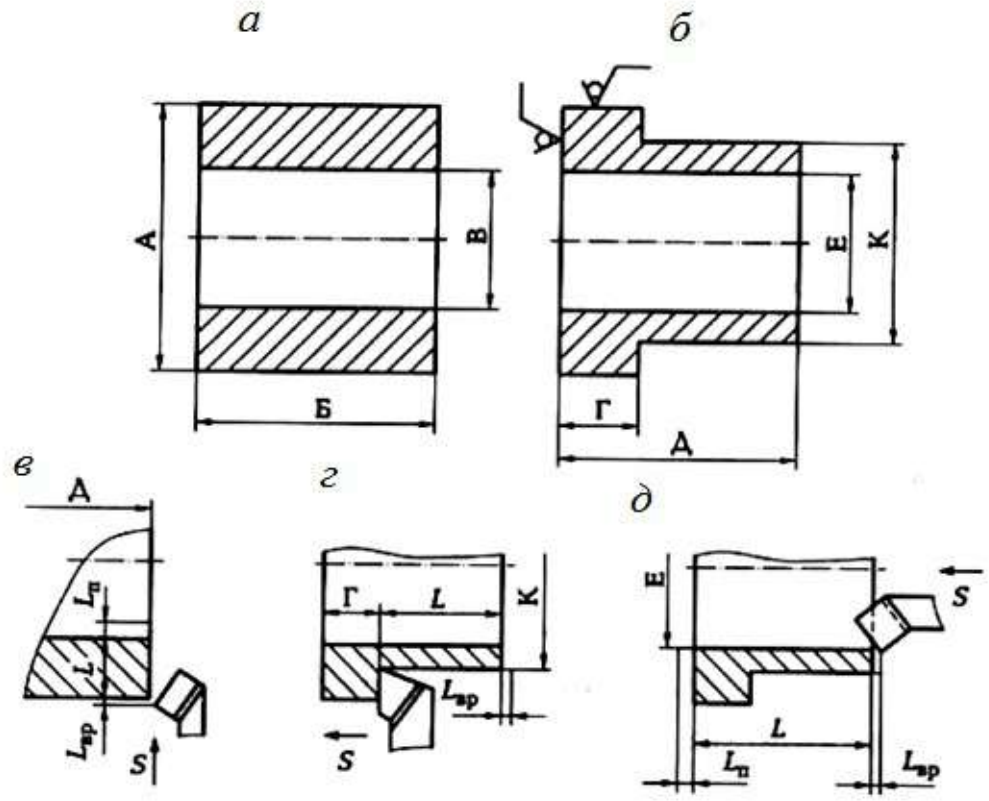


Рис. 6.1. Точение поверхностей
а – заготовка; *б* – деталь; *в* – подрезка торца; *г* – обтачивание до упора; *д* – растачивание отверстия

Время работы состоит:

- из подготовительно-заключительного времени, которое рабочий затрачивает на подготовку рабочего места к обработке партии заготовок и приведение его в исходное состояние по окончании обработки этой партии заготовок;
- основного времени, затрачиваемого непосредственно на изменение формы, размеров и качества поверхности заготовки, превращая ее в деталь;
- вспомогательного времени, затрачиваемого рабочим на действия, способствующие выполнению основной работы, а именно: на установку и закрепление заготовки, снятие детали, изменение режимов работы станка, измерения и др.;
- времени обслуживания рабочего места.

Основное время зависит от режимов обработки: глубины резания, подачи и скорости резания, которые зависят в основном от свойства обрабатываемого материала, формы и жесткости заготовки, материала режущей части инструмента и мощности станка. Число проходов зависит от величины припуска и глубины резания. Глубину резания выбирают исходя из мощности станка, жесткости заготовки и системы обработки в целом.

Таблица 6.1

Индивидуальные варианты для выполнения практической работы № 6

Показатели детали и заготовки			Вариант															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
заготовка	А	Номинальный размер, мм	100	80	65	100	100	70	80	100	100	60	90					
		Точность	hl4	hl2	hl6	hl3	hl4	hl4	hl3	h14	hl4	hl4	hl6					
		Rz, мкм	80	40	80	60	80	80	60	80	80	80	80					
	Б	Номинальный размер, мм	80	60	80	70	60	80	90	70	80	60	80					
		Точность	hl4	hl4	hl4	hl4	hl4	hl4	hl4	hl4	hl4	h14	hl4					
		Rz, мкм	80	40	80	60	80	40	80	80	60	80	80					
	В	Номинальный размер, мм	75	55	40	65	57	40	50	66	64	30	60					
		Точность	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14					
		Rz, мкм	80	80	60	40	80	40	80	60	80	40	80					
деталь	Г	Номинальный размер, мм	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25					
		Точность	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2					
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
	А	Номинальный размер, мм	75	55	76	65	57	78	86	66	75	54	76					
		Точность	h12	h12	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2	hl2					
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
	Е	Номинальный размер, мм	80	60	45	70	62	46	55	70	70	34	64					
		Точность	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12	H12					
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
	К	Номинальный размер, мм	90	70	55	80	72	56	65	80	80	44	74					
		Точность	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12	h12					
		Rz, мкм	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
N, шт./год			8000	9000	4000	9000	6000	3000	13000	7000	8000	9000	12000					

При наличии черновой обработки целесообразно припуск снимать за один проход. При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности.

Скорость резания, м/мин, при вращении заготовки определяют по формуле

$$V = \pi Dn \frac{}{1000}, \quad (6.1)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;n – частота вращения заготовки, мин$^{-1}$.

Следует иметь в виду, что нормативные данные предусматривают усредненные значения глубины резания, подачи и скорости резания, поэтому практически их можно несколько или увеличивать, или уменьшать.

Пример выполнения практической работы (вариант № 0)

Считая, что на обработку поступают штучные заготовки в виде толстостенной трубы (см. рис. 6.1, *а*), прошедшие черновую обработку (*Rz* 80), составим эскизы обработки заготовки по переходам. Операция может выполняться на токарном станке или на токарно-револьверном станке. В обоих случаях будет три основных перехода:

- подрезание торца заготовки (см. рис. 6.1, *в*) с выдерживанием размера Д (75*h*12, *Rz* 20);
- точение наружной поверхности заготовки (см. рис. 6.1, *г*) с выдерживанием размера К (Ø90*h*12) и обеспечением размера Г (25*h*12, *Rz* 20);
- точение внутреннего диаметра заготовки (см. рис. 6.1, *д*) с выдерживанием размера Е (Ø80*H*12, *Rz* 20) на длине 75 мм (размер Д).

Дальнейшую работу целесообразно проводить по следующему алгоритму, представленному в виде табл. 6.2.

Определим параметры операции, используя предложенный алгоритм.

1. Длину L обработки и величину снимаемого припуска (на радиус) Zопределяем по переходам, используя рис. 6.1 и табл. 6.1:
- для первого перехода: L = 12,5 мм, Z =5 мм, 1 проход;
- для второго перехода: L = 50 мм, Z = 5 мм, 2 прохода;
- для третьего перехода: L = 75 мм, Z = 2,5 мм, 1 проход.

2. Величину подачи $S_{об}$ на один оборот заготовки определяем, используя табл. П6.10 и примечания к табл. 6.1:
- для первого перехода: $S_{об}$ = 0,1 мм/об заготовки;
- для второго перехода: $S_{об}$ = 0,15 мм/об заготовки;
- для третьего перехода: $S_{об}$ = 0,15 мм/об заготовки.

3. Значение расчетной скорости Vрезания определяем по табл. П6.3:
- для первого перехода: V'= 130 м/мин;
- для второго перехода: V'= 106 м/мин;
- для третьего перехода: V' = 96 м/мин.

4.Расчетное число n' оборотов в минуту шпинделя станка находим по формуле $n' = 1000V'/(\pi D)$ с учетом диаметра D обрабатываемой поверхности:

- для первого перехода: $D = 90$ мм, $n' = 460$ мин$^{-1}$;
- для второго перехода: $D = 90$ мм, $n' = 375$ мин$^{-1}$;
- для третьего перехода: $D = 80$ мм, $n' = 383$ мин$^{-1}$.

Таблица 6.2

Алгоритм определения параметров токарной операции

Номер действия	Цель действия	Источник получения результата
1	Определение длины Lобработкии снимаемого припуска Z	Рабочие чертежи детали и заготовки
2	Определение оборотной подачи $S_{об}$, мм/об, заготовки	Табл. П6.8
3	Определение расчетной скорости V' резания, м/мин	Табл. П16.3
4	Определение расчетного числа n' оборотов в минуту шпинделя станка	$n' = 1000\ V'/(\pi D)$
5	Определение фактического числа n оборотов в минуту шпинделя станка	Приложение 8
6	Определение фактической скорости V резания	$V = \pi\ Dn/1000$
7	Определение минутной подачи $S_{мин}$, мм/мин	$S_{мин} = n \cdot S_{об}$
8	Определение длины $L_{вр}$ врезания и длины $L_п$ перебега резца	Табл. П6.9
9	Определение расчетной длины $L_р$	$L_р = L + L_{вр} + L_п$
10	Определение основного времени t_{oi}, для каждого перехода	$t_{oi} = L_{pi}/S_{iмин}$
11	Определение основного времени t_{oi} для всей операции (i переходов)	$t_о = \sum t_{oi}$
12	Определение вспомогательного времени $t_в$	Табл. П5.1
13	Определение оперативного времени	$t_{оп} = t_о + t_в$
14	Определение времени $t_{т.о}$ технического обслуживания рабочего места	Табл. П5.3, $t_{т.о} = 2{,}5t_о/100$
15	Определение времени $t_п$ на физические потребности	Табл. П5.3, $t_п = 2{,}5t_{оп}/100$
16	Определение времени $t_{орг}$ организационного обслуживания рабочего места	Табл. П5.3, $ft_{орг} = 4{,}6t_{оп}/100 - t_{т.о.} - t_п$
17	Определение штучного времени $T_{шт}$	$T_{шт} = t_о + t_в + t_{орг} + t_{т.о} + t_п$
18	Определение числа $q_{парт}$ заготовок в партии при серийном производстве	$q_{парт} = 5N_п/254$
19	Определение подготовительно-заключительного времени $t_{п.з.}$	Табл. П5.4
20	Определение штучно-калькуляционного времени $t_{шт.к}$	$t_{шт.к} = T_{шт} + t_{п.з}/q_{парт}$

21	Занесение результатов расчета в операционную карту

5.Фактическое число n оборотов в минуту шпинделя станка выбираем по паспортным данным токарно-винторезного станка (Приложение 8):

- для первого перехода: $n = 500$ мин$^{-1}$;
- для второго перехода: $n = 400$ мин$^{-1}$;
- для третьего перехода: $n = 400$ мин$^{-1}$.

6.Фактическую скорость V резания определим по формуле $V = \pi Dn/1\,000$:

- для первого перехода: $V = 141{,}3$ м/мин;
- для второго перехода: $V = 113$ м/мин;
- для третьего перехода: $V = 100{,}5$ м/мин.

7.Минутную подачу $S_{мин}$, мм/мин, определим по формуле $S_{мин} = n \cdot S_{об}$.

- для первого перехода: $S_{мин} = 50$ мм/мин;
- для второго перехода: $S_{мин} = 60$ мм/мин;
- для третьего перехода: $S_{мин} = 60$ мм/мин.

8.Длину $L_{вр}$ врезания и длину $L_{п}$, перебега резца определим по табл. П6.9:

- для первого перехода: $L_{вр} = 5$ мм, $L_{п} = 2$ мм;
- для второго перехода: $L_{вр} = 3$ мм, $L_{п} = 2$ мм;
- для третьего перехода: $L_{вр} = 3$ мм, $L_{п} = 2$ мм.

9.Расчетную длину$L_{р}$ определим по формуле $L_{р} = L_{вр} + L + L_{п}$:

- для первого перехода: $L_{р} = 5 + 12{,}5 + 2 = 19{,}5$ мм;
- для второго перехода: $L_{р} = 3 + 50 + 0 = 53$ мм;
- для третьего перехода: $L_{р} = 3 + 75 + 2 =$

10.Основное время t_{oi}определим по формуле $t_{oi} = L_{р} / S_{мин i}$:

- для первого перехода: $t_{o1} = 0{,}39$ мин;
- для второго перехода: $t_{o2} = 0{,}88$ мин;
- для третьего перехода: $t_{o3} = 1{,}33$ мин.

11. Основное время для всей операции (3 перехода) определяем по формуле

$$t_{o} = \sum t_{oi} = 0{,}39 + 0{,}88 + 1{,}33 = 2{,}6 \text{ мин.}$$

12. Вспомогательное время $t_{в}$ на операцию определяем по табл. П5.1 с учетом установки заготовки в трехкулачковом патроне с выверкой: $t_{в} = 0{,}4$ мин.

13.Оперативное время $t_{оп}$ определяем по формуле

$$t_{оп} = t_{o} + t_{в} = 2{,}6 + 0{,}4 = 3 \text{ мин.}$$

14 - 16. Суммарное время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, а также на физические потребности (табл. П5.3) при работе на токарном станке с высотой центров 400 мм составляет 5,3 % от оперативного времени, т. е. $t_{орг} + t_{т.о.} + t_{п} = 5{,}3 \cdot t_{оп}/100 = 5{,}3 \cdot 3/100 = 0{,}16$ мин.

17. Штучное время $T_{шт}$ определяем по формуле

$$T_{шт} = t_{o} + t_{в} + t_{орг} + t_{т.о.} + t_{п} = 2{,}6 + 0{,}4 + 0{,}16 = 3{,}2 \text{ мин.}$$

18. Число $q_{парт}$ заготовок в партии при серийном производстве определим по формуле $q_{парт} = 5N_{п}/254 = 157{,}5$. Принимаем число заготовок в партии 160 шт.

19. Подготовительно-заключительноевремя $t_{п.з}$.определяем потабл. 5.4,$t_{п.з.} = 6$ мин.

20. Штучно-калькуляционное время определяем по формуле

$$T_{шт.к} = T_{шт} + t_{п.з.} / q_{парт} = 3{,}2 + 6/160 = 3{,}3 \text{ мин.}$$

21. Полученные результаты расчетов заносят в операционную карту.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Что такое норма времени?
2. Назовите известные вам методы определения нормы времени.
3. Что такое штучное время?
4. На какие работы рабочий затрачивает подготовительно-заключительное время?
5. На какие работы затрачивается основное время?
6. На какие работы рабочий затрачивает вспомогательное время?
7. Назовите составляющие расчетной длины обработки.
8. По какой формуле рассчитывают требуемое число оборотов шпинделя токарного станка?
9. Каким образом учитывают подготовительно-заключительное время при нормировании операций?

РАБОТА №7
ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ, СТРУКТУРА ШТУЧНОГО ВРЕМЕНИ

Краткая теория

Техническое нормирование операций представляет собой совокупность методов и приемов, позволяющих установить технически обоснованную норму времени на выполнение определенных операций технологического процесса в условиях конкретного производства.

Норма времени – это технически обоснованное время выполнения технологической операции в наиболее благоприятных для данного производства условиях.

На основе нормы времени рассчитывают заработную плату рабочих, определяют производительность труда, требуемое количество технологического оборудования, осуществляют планирование работы производственных подразделений, определяют потребность в рабочей силе и др. Для установления технически обоснованной нормы времени пользуются следующими методами:

- метод расчета нормы времени по нормативам;
- метод хронометража и фотографии рабочего дня в конкретных производственных условиях;
- метод сравнения и расчета нормы времени по типовым нормативам;
- опытно-статистический метод нормирования.

При расчете по нормативам технологическая операция разбивается на элементы: переходы, проходы, приемы и движения. Каждый элемент анализируется и в отдельности, и в сочетании со смежными элементами. Для каждого

элемента по справочникам устанавливают продолжительность исполнения. Время всей операции складывается из суммы времен, затрачиваемых на отдельные элементы с учетом возможной параллельности их выполнения. Например, операция фрезерования плоскости в условиях единичного производства может состоять из следующих элементов (основных, и вспомогательных):

- установка заготовки на станок;
- выверка положения заготовки и закрепление ее;
- включение станка;
- подведение заготовки к фрезе;
- фрезеровка небольшого участка поверхности;
- отведение заготовки от фрезы;
- измерение получившегося размера;
- корректировка взаимного положения фрезы и заготовки с помощью лимба;
- подведение заготовки к фрезе и включение автоматической подачи;
- фрезерование поверхности заготовки;
- выключение станка по окончании обработки;
- раскрепление и снятие детали;
- укладка детали в тару;
- отведение стола станка в исходное положение;
- очистка станка от стружки.

Продолжительность выполнения отдельных элементов операции зависит от массы и размеров заготовки, от схемы базирования заготовки, типа станка, требуемой точности обработки и др. Устанавливают продолжительность по общемашиностроительным справочникам для нормирования станочных работ.

Для установления технически обоснованной нормы времени на каждую операцию необходимо рассчитывать штучное время.

Штучное время – это норма времени на обработку одной детали в условиях массового производства. Оно складывается из нескольких частей:

$$T_{шт} = t_о + t_в + t_{орг} + t_{т.о.} + t_п \,, \qquad (7.1)$$

где $t_о$ – основное (машинное или технологическое) время; ($t_в$ – вспомогательное время; $t_{орг}$ – время организационного обслуживания; $t_{т.о.}$ – время технического обслуживания; $t_п$ – время перерывов в работе на отдых и личные надобности.

Основным временем ($t_о$) называют время, в течение которого достигается цель технологической операции, т. е. непосредственно осуществляется изменение размеров и формы заготовки, а также качества ее поверхностного слоя. При сборке изделия в течение основного времени происходит изменение взаимного расположения деталей и их крепление.

При механической обработке заготовки на станке основное время определяют для каждого основного перехода по формуле

$$t_о = L_р \cdot i / (S_{мин}), \qquad (7.2)$$

где $L_р$ – расчетная длина обработки (рис. 2.1-7.1); i – число рабочих ходов в данном переходе; $S_{мин}$ – минутная подача режущего инструмента; a – число одновременно обрабатываемых заготовок.

Минутная подача режущего инструмента определяется по формуле

$$S_{мин} = n \cdot S_{об}, \quad (7.3)$$

где n – частота вращения шпинделя или фрезы, мин$^{-1}$; $S_{об}$ – подача на один оборот детали или фрезы.

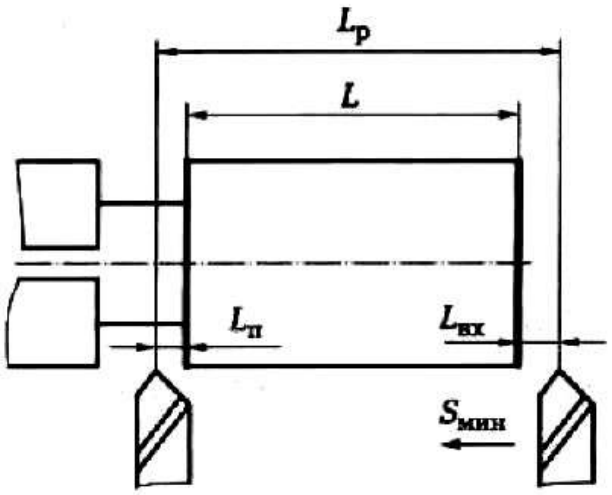


Рис. 7.1. Схема определения расчетной длины обработки

Расчетная длина обработки определяется по формуле

$$L_р = L + L_{вр} + L_п, \quad (7.4)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности; $L_{вр}$ – длина врезания режущего инструмента; $L_п$ – длина перебега (выхода или схода) режущего инструмента.

Вспомогательное время ($t_в$) – это время действий рабочего на выполнение вспомогательных переходов (установка и закрепление заготовки, снятие детали, управление механизмами станка, контрольные измерения и др.).

Оперативное время ($t_{оп}$) – это время, в течение которого выполняются действия, повторяющиеся при выполнении операции над каждой заготовкой. Это время включает в себя основное время и вспомогательное время, т. е.

$$t_{оп} = t_о + t_в \quad (7.5)$$

Время организационного обслуживания рабочего места ($t_{орг}$) – это время, затрачиваемое рабочим-станочником на уход за рабочим местом в течение смены: на раскладку и уборку инструмента, на осмотр и опробование станка, на очистку от стружки станка и его смазку. Исчисляется это время в процентах от оперативного времени. Например, по нормативам для крупносерийного производства оно составляет 0,8 ... 2,5% оперативного времени.

Время технического обслуживания рабочего места ($t_{т.о}$) – это время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом в процессе выполнения работы: на подналадку и регулирование станка в процессе работы, на правку и замену затупившегося режущего инструмента, на сметание стружки во время работы. Определяют это время в процентах от основного времени. По нормативам для большинства станков оно составляет 3 ... 6% основного времени.

Для более точного определения времени организационного обслуживания рабочего места (при массовом производстве) применяют расчетные формулы.

При черновой обработке заготовок:

$$t_{т.о} = t_с / q, \quad (7.6)$$

где $t_с$ – время, затрачиваемое на смену притупившегося инструмента; $q = T/t_о$ – число заготовок, обрабатываемых за период стойкости T режущего инструмента.

При чистовой обработке:

$$t_{т.о} = (t_{пн}K_{пн} + t_{пр}K_{пр} + t_с) / q, \quad (7.7)$$

где ($t_{пн}$, $t_{пр}$ – время, затрачиваемое на подналадку и правку инструмента; $K_{пн}$, $K_{пр}$ – число подналадок и правок инструмента; q – число заготовок, обработанных за период стойкости режущего инструмента.

Время перерывов в работе на отдых и личные надобности ($t_п$) – это время, затрачиваемое рабочим на личные физиологические потребности и отдых. Время на отдых предусматривается в случае тяжелых утомительных работ. Исчисляют по нормативам в процентах от оперативного времени. В единичном и серийном производстве оно составляет 4 ... 5 %, в крупносерийном и массовом производстве – 5 ... 8 % оперативного времени, но не более 2 % продолжительности рабочей смены.

Подготовительно-заключительное время ($t_{п.з.}$) – это время, устанавливаемое при обработке заготовок партиями (серийное производство), для подготовки и наладки станка, приспособлений и инструментов, а также для приведения их в первоначальное состояние после окончания обработки всей партии заготовок. Это время отводится на всю партию заготовок. Его величина зависит от сложности оборудования, оснастки, характера выполняемой работы и уровня сложности наладки, но не зависит от количества заготовок в обрабатываемой партии. С учетом подготовительно-заключительного времени норма времени $t_{парт}$ для обработки всей партии, состоящей из $q_{парт}$ (штук) заготовок:

$$t_{парт} = T_{шт} \cdot q_{парт} + t_{п\text{-}з}, \quad (7.8)$$

Штучно-калькуляционное время ($t_{шт.к}$) – это время обработки одной заготовки (или изготовления одного изделия), когда обработка ведется партиями, т. е. когда подготовительно-заключительное время задают на всю партию, состоящую из числа $q_{парт}$ заготовок. Подсчитывается эта норма времени по формуле

$$t_{шт.к.} = T_{шт.} + t_{п.з./} q_{парт} \quad (7.9)$$

Задание 7.1

По одному из вариантов задания (табл. 7.1) определить основное время для обтачивания поверхности М заготовки, схема обработки которой представлена на рис. 7.2.

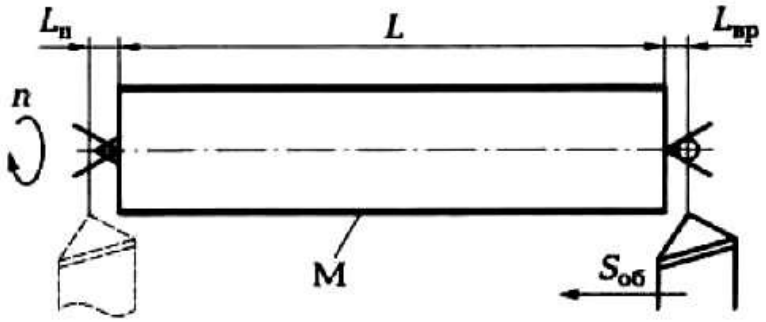


Рис. 7.2. Схема точения заготовки

Пример выполнения задания (вариант № 0)

Для определения основного времени воспользуемся формулой (7.2):

$$t_о = L_р \cdot i / (S_{мин}).$$

Согласно заданию обработка ведется за два прохода (i = 2). Расчетную длину вычислим по формуле 7.4):

$$L_р = L + L_{вр} + L_п.$$

Согласно заданию, длина обрабатываемой поверхности L= 110 мм, длина врезания $L_{вр}$ = 2 мм, длина перебега резца $L_п$ =1,5 мм. Тогда $L_р$ = 110 + 2 + 1,5 = 113,5 мм. Минутную подачу вычислим по формуле (2.3-7.3) $S_{мин} = n \cdot S_{об}$. Согласно заданию заготовка вращается с частотой n = 350 мин$^{-1}$, а подача на один оборот заготовки $S_{об}$ = 0,2 мм. Тогда минутная подача $S_{мин}$ = 350 · 0,2 = 70 мм/мин. Таким образом, основное время $t_о$ = (113,5 · 2)/(70 · 1) = 3,2 мин.

Задание 7.2

По одному из вариантов задания (табл. 7.2) определить основное время для сверления отверстия ØD в заготовке, схема обработки которой представлена на рис. 7.3, *а*.

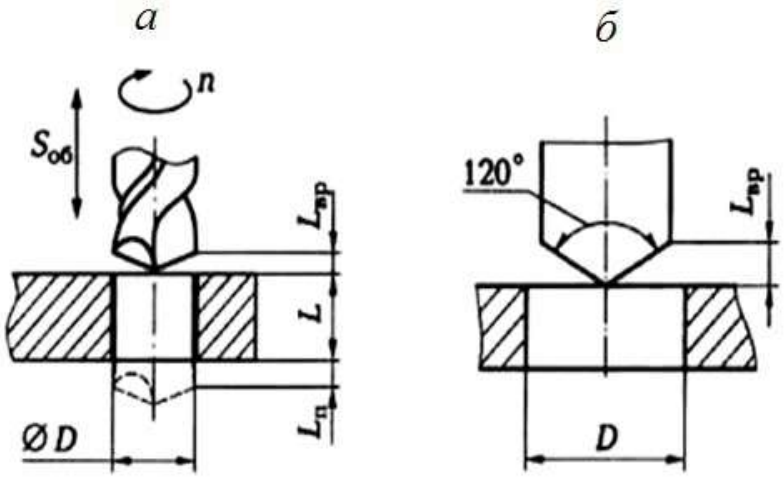


Рис. 7.3. Схема сверления (*а*) и расчетная схема (*б*) при обработке сквозного отверстия

Пример выполнения задания (вариант № 0)

Для определения основного времени воспользуемся формулой (7.2): $t_о = L_р \cdot i/(S_{мин})$. Согласно заданию обработка ведется за один проход (i = 1). Расчетную длину вычислим по формуле (7.4): $L_р = L + L_{в\ р} + L_п$. Согласно заданию, длина L обрабатываемой поверхности равна 20 мм. Длину $L_{вр}$ врезания найдем из геометрических соотношений (рис. 7.3, *б*). При угле сверла в плане 120°, $L_{вр} = D/2\sqrt{3} = 10/2\sqrt{3} = 3$ мм. По заданию, длина перебега сверла $L_п$ = 1,5

мм. Тогда расчетная длина $L_р = 20 + 3 + 1,5 = 24,5$ мм. Минутную подачу $S_{мин}$ вычислим по формуле (7.3): $S_{мин} = n \cdot S_{об}$.

Таблица 7.1

Индивидуальные варианты для выполнения задания 7.1

Исходные данные	Вариант															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L, мм	110	80	90	110	75	60	86	100	102	85	70					
$L_{вр}$, мм	2	2	2	1,5	1,5	1,5	2	2	1,5	1,5	2					
$L_{п}$, мм	1,5	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	2	1,0	2					
$S_{о}$, мм/об	0,2	0,3	0,4	0,25	0,1	0,35	0.2	0,2	0,3	0.3	0.2					
n, мин$^{-1}$	350	300	320	400	300	400	350	300	400	350	300					
Число ходов i	2	1	3	3	2	2	1	3	2	2	1					

Таблица 7.2

Индивидуальные варианты для выполнения задания 7.2

Исходные данные	Вариант															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L, мм	20	15	30	25	35	20	30	40	25	30	35					
$ØD$, мм	10	10	20	10	15	14	10	16	8	12	10					
$L_{п}$, мм	1,5	1,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,8	1,5	1.0	1,5	1,5					
$S_{о}$, мм/об	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1					
n, мин$^{-1}$	200	200	150	180	130	140	180	130	200	160	200					

Согласно заданию сверло вращается с частотой n= 200 мин$^{-1}$, а подача на один оборот сверла $S_{об}$ = 0,1 мм, Тогда минутная подача $S_{мин}$ = 200 · 0,1 = 20 мм/мин. Таким образом, основное время t_o = (24,5 · 1)/20 = 1,2 мин.

Задание 7.3

По одному из вариантов задания (табл. 7.3) определить основное время для обработки фрезой Ø$d_ф$ паза М глубиной h в заготовке, схема обработки которой представлена на рис. 7.4, *а*.

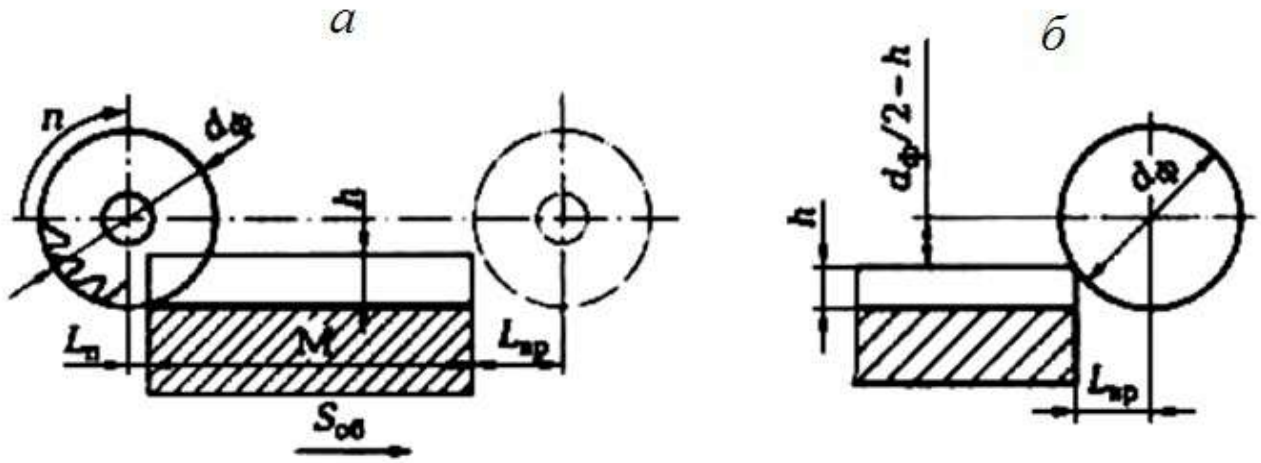


Рис. 7.4. Схема фрезерования паза (*а*) и расчетная схема (*б*)

Пример выполнения задания (вариант № 0)

Для определения основного времени воспользуемся формулой (7.2): t_o = $L_р$ · i /$S_{мин}$. Согласно заданию обработка ведется за один проход (i = 1), и обрабатывается одна заготовка (a = 1). Расчетную длину вычислим по формуле (7.4): $L_р$ = L + $L_{вр}$ + $L_п$. Согласно заданию, длина L обрабатываемой поверхности равна 60 мм. Длину $L_{вр}$ врезания найдем из геометрических соотношений (рис. 7.4, *б*). При диаметре фрезы $d_ф$ = 40 мм и глубине паза h = 10 мм $L_{вр} = \sqrt{h(d_ф - h)}$ = 17 мм. По заданию, длина перебега фрезы $L_п$ = 5 мм. Тогда расчетная длина $L_р$= 60 + 17 + 5 = 82 мм. Минутную подачу $S_{мин}$ вычислимпо формуле (7.3): $S_{мин}$ = n · $S_{об}$. Согласно заданию, фреза вращается с частотой n = 150 мин$^{-1}$, а подача на один оборот фрезы $S_{об}$ = 0,6 мм/об. Тогда минутная подача $S_{мин}$ = 150 · 0,6 = 90 мм/мин. Таким образом, основное время t_o = (82 · 1)/90 ≈ 0,9 мин.

Таблица 7.3

Индивидуальные варианты для выполнения задания 7.3

Исходные данные	Вариант															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L, мм	60	40	35	50	45	30	58	68	48	62	55					
h, мм	10	12	14	10	15	10	12	14	10	15	12					
$Ød_ф$, мм	40	60	80	80	90	60	60	70	70	90	80					
$L_п$, мм	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					
$S_{об}$, мм/об	0,6	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4					
n, мин$^{-1}$	150	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250					
Число ходов i	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3					

Таблица 7.4

Индивидуальные варианты для выполнения задания 7.4

Исходные данные	Вариант															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L, мм	60	40	35	50	45	30	58	68	48	62	55					
B, мм	20	30	40	40	50	30	25	40	45	60	40					
$Ød_ф$, мм	40	60	80	80	90	60	60	70	70	90	80					
$L_п$, мм	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					
$S_о$, мм/об	0,5	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4					
n, мин$^{-1}$	150	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250					
Число ходов i	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3					

.

Задание 7.4

По одному из вариантов задания (табл. 7.4) определить основное время для обработки торцевой фрезой $Ød_ф$ плоской поверхности шириной B заготовки, схема обработки которой представлена на рис. 7.5.

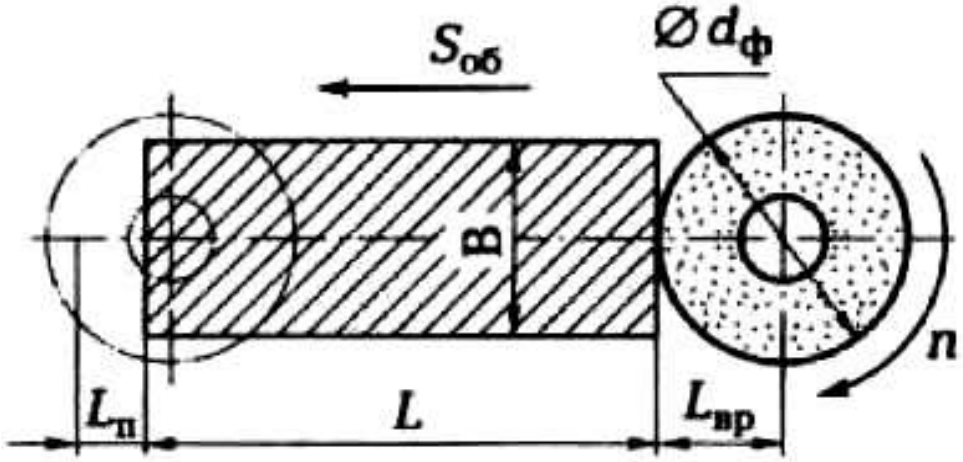


Рис. 7.5. Схема обработки плоской поверхности торцевой фрезой

Пример выполнения задания (вариант № 0)

Для определения основного времени воспользуемся формулой (7.2): $t_о = L_р \cdot i / S_{мин}$. Согласно заданию обработка ведется за один проход (i = 1). Расчетную длину вычислим по формуле (7.4): $L_р = L + L_{вр} + L_п$. Согласно заданию длина L обрабатываемой поверхности равна 60 мм. Длину $L_{вр}$ врезания примем согласно рис. 7.5 равной радиусу фрезы, т. е. $L_{вр} = d_ф / 2$ = 20 мм. Длину перебега фрезы примем согласно рис. 7.5: $L_п = 0{,}8\ d_ф / 2$ = 16 мм. Тогда расчетная длина $L_р$ = 60 + 20 + 16 = 96 мм. Минутную подача $S_{мин}$ вычислим по формуле (7.3):

$$S_{мин} = n \cdot S_{об}.$$

Согласно заданию фреза вращается с частотой n= 150 мин$^{-1}$, а подача на один оборот фрезы $S_{об}$ = 0,5 мм/об. Тогда минутная подача $S_{мин}$ = 150 · 0,5 = 75 мм/мин. Таким образом, основное время $t_о$ = (96 · 1)/(75 · 1) = 1,3 мин.

Приложение 1

Допуски в системе отверстия на наружные размеры по ЕСДП (ГОСТ 25347–82)

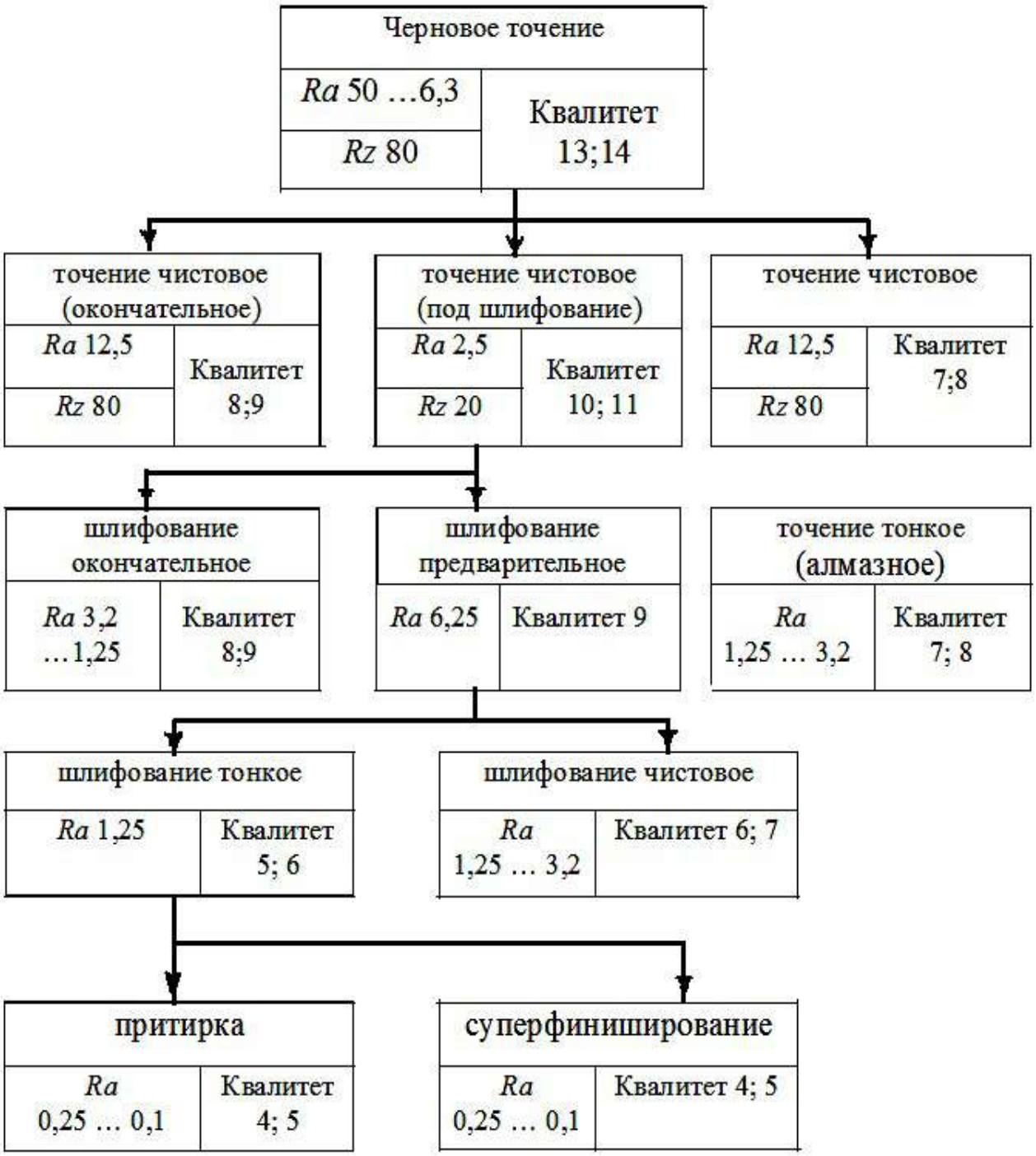
Интервалы размеров, мм	Квалитеты и поля допусков														
	h8	u8	f8	d8	x8	h9	d9	f9	hl0	hll	all	cll	h12	Jsl2	Jsl4
	Предельные отклонения, мкм														
От 1 до 3	0 -14	+32 +18	-6 -20	-20 -34	+34 +20	0 -25	-20 -45	-6 -31	0 -40	0 -60	-270 -330	-60 -120	0 -100	+50 -50	+125 -125
Свыше 3 до 6	0 -18	+41 +23	-10 -28	-30 -48	+46 +28	0 -30	-30 -60	-10 -40	0 -48	0 -75	-270 -345	-70 -145	0 -120	+60 -60	+150 -150
Свыше 6 до 10	0 -22	+50 +28	-13 -35	-40 -52	+56 +34	0 -36	-40 -76	-13 -49	0 -58	0 -90	-280 -370	-80 -170	0 -150	+75 -75	+180 -180
Свыше 10 до 14	0 -27	+60 +23	-16 -43	-50 -77	+67 +45	0 -43	-50 -93	-16 -59	0 -70	0 -110	-290 -400	-95 -205	0 -180	+90 -90	+215 -215
Свыше 14 до 18															
Свыше 18 до 24	0 -33	+74 +48	-20 -53	-65 -99	+87 +64	0 -52	-65 -117	-20 -72	0 -84	0 -130	-300 -430	-110 -240	0 -210	+105 -105	+260 -260
Свыше 24 до 30															
Свыше 30 до 40	0 -39	+99 +70	-25 -64	-80 -119	+119 +97	0 -62	-80 -142	-25 -87	0 -100	0 -160	-310 -480	-120 -290	0 -250	+125 -125	+310 -310
Свыше 40 до 50															

Окончание прилож. 1

Интервалы размеров, мм	Квалитеты и поля допусков														
	h8	u8	f8	d8	x8	h9	d9	f9	hl0	hll	all	cll	h12	Jsl2	Jsl4
	Предельные отклонения, мкм														
Свыше 50 до 65	0	+133	-30	-100	+158	0	-100	-30	0	0	-340	-140	0	+150	+370
Свыше 65 до 80	-46	+102	-75	-146	+146	-74	-174	-104	-120	-190	-550	-340	-300	-150	-370
Свыше 80 до 100	0	+178	-36	-120	+264	0	-120	-36	0	0	-380	-170	-0	+175	+435
Свыше 100 до 120	-54	+144	-90	-174	+210	-87	-207	-123	-140	-220	-630	-400	-350	-175	-435
Свыше 120 до 140															
Свыше 140 до 160	0	+233	-43	145	+373	0	-145	-43	0	0	-460	-200	0	+200	+500
Свыше 160 до 180	-63	+210	-106	-208	+310	-100	-245	-143	-160	-250	830	-480	-400	-200	-500
Свыше 180 до 200	0	+308	-50	170	+497	0	-170	-50	0	0	-660	-240	0	+230	575
Свыше 200 до 250	-72	+284	-122	242	+425	-115	-285	-165	-185	-290	-820	-570	-460	-230	-575

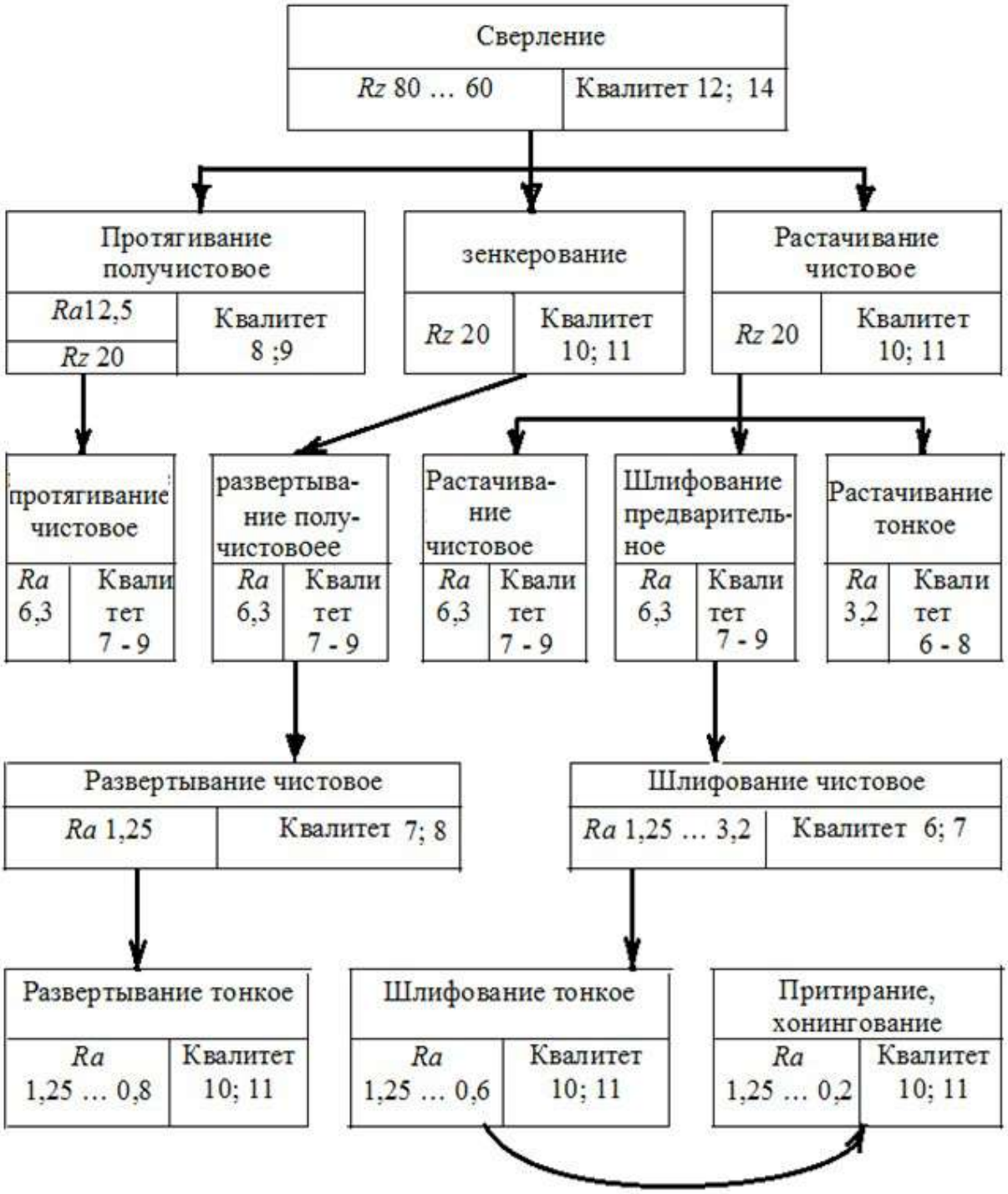
Приложение 2

Примерные маршруты получения параметров наружных цилиндрическихповерхностей



Приложение 3

Примерные маршруты получения параметров внутренних цилиндрических поверхностей



Приложение 4

Операционные припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей

Номинальный диаметр обрабатываемой	Вид операции	Расчетная длина обработки, мм					
		до 25	25 ... 63	63…100	100 ... 160	160 ... 250	250 ... 400
		Припуск на диаметр, мм					
До 5	Точение черновое	2,5	2,5	2,5	3	3,5	–
	Точение чистовое	1,0	1,0	1,0	1,0	1.0	1.0
	Шлифование	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3	0.4
6 ... 10	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3.5	3,5	3,3
	Точение чистовое	1,2	1.2	1,2	1.5	1.5	1,5
	Шлифование	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3	0,4
10 ... 18	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5
	Шлифование	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
18 ... 30	Точение черновое	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1.5
	Шлифование	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
30 ... 50	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
	Шлифование	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
50 ... 80	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
	Шлифование	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
80 ... 120	Точение черновое	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	7,0
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Шлифование	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
120 ... 200	Точение черновое	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5
	Шлифование	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6

Приложение 5

ВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Таблица П5.1

Вспомогательное время при работе на токарных и шлифовальных станках, мин

Способ установки заготовки	Масса заготовки, кг						
	0,5	1	3	5	8	12	20
В центрах с хомутиком	–	0,35	0,44	0,54	0,64	0,91	1,12
В центрах с люнетом	–	0,44	0,5	0,64	0,78	0,91	1,12
На гладкой оправке	–	0,42	0,53	0,67	0,79	0,91	1,1
На оправке с гайкой	0,48	0,53	0,61	0,7	0,75	0.8	0,86
В патроне без выверки	0,18	0,2	0,22	0,27	0,33	0,38	0,39
В патроне с выверкой	–	0,4	0,47	0,56	0,63	0,70	0,84
В патроне с люнетом	–	0,4	0,41	0,53	0,60	0,67	0,78
На магнитном столе	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4

Таблица П5.2

Вспомогательное время при работе на фрезерных станках, мин

Способ установки заготовки	Масса заготовки, кг		
	0,5	3	5
В тисках с эксцентриковым зажимом	0,9	0,11	0,16
В тисках с рукояткой	0,12	0,19	0,21
В тисках с воротком	0,14	0,21	0.24
С применением механизированного зажима	0,06	0,09	0,11
С закреплением прихватами и гаечным ключом в специальном приспособлении	0,12	0,15	0,23

Таблица П5.3

Время на техническое и организационное обслуживание и на физические потребности

Тип металлообрабатывающего станка	Время технического обслуживания, % отосновного времени	Время на физические потребности, % от оперативного времени	Суммарное время (техническое и организационное обслуживание и на физические потребности), % от оперативного времени
Токарный с высотой центров, мм:			
200	2,5 2,5		4,6
300	3,0	3,0	5,0
400	3,5	3,5	5,3
Револьверный с диаметром отверстия шпинделя, мм:			
22	2,5	1,5 4,7	
60	3,0	1,6	5,1
110	3,5	1,7	5,4
Вертикально-сверлильный с наибольшим диаметром обрабатываемого отверстия, мм:			
35	1,0	1,0	3,5
55	1,0	1,1	3,6
Радиально-сверлильный с наибольшим диаметром обрабатываемого отверстия, мм:			
35	1,0	1,2	3,7
55	1,0	1,4	3,9
Горизонтально-фрезерный с длиной стола, мм:			
1000	1,5	1,2	4,0
1500	2,0	1,5	4,5

Окончание табл. П5.3

Тип металлообрабатывающего станка	Время технического обслуживания, % от основного времени	Время на физические потребности, % от оперативного времени	Суммарное время (техническое и организационное обслуживание и на физические потребности), % от оперативного времени
Вертикально-фрезерный с длиной стола, мм:			
1000	1.5	1,2	4,0
1500	2,0	1,5	4,5
Круглошлифовальный с высотой центров, мм:,			
200	6,0	1,7	6,7
300	7,0	2,2	7,7
Внутришлифовальный с наибольшим диаметром шлифуемого отверстия, мм:			
200	6,0	2,2	2,7
400	7,0	2.7	8,2
Плоскошлифовальный с длиной стола, мм:			
1000	2,0	1,7	4,7
1500	2,5	1,9	5,1
Протяжной	2	1,4	4,4
Центровочный	2	1,2	4,2
Зуборезный	3	1,7	5,2

Таблица П5.4

Подготовительно-заключительное время при работе на токарных станках

Способ установки обрабатываемой заготовки	Высота центров станка, мм			
	200	400	600	800
	Подготовительно-заключительное время, мин			
В центрах станка или на центровой оправке	4	5,8	6,8	8,6
В самоцентрирующем трехкулачковом патроне	6 ... 7	6,6 ... 8,1	8,8 ... 10,8	12,1 ... 14,7
На планшайбе в приспособлении	10	11,2	14,1	19,1
На планшайбе с креплением болтами	5,0	5,7	7,8	11,1
В цанговом патроне с затяжной гайкой	4,8	5,8	6,5	7.9
На концевой оправке	3,0	3,6	3,8	–
Наладка станка для нарезания резьбы	До 2	До 3	До 4	До 5

Приложение 6

Параметры резания и режимы обработки

Таблица П6.1

Скорости резания при точении и растачивании конструкционных сталей и сплавов резцами с пластинами из Т15К6

Предел прочности материала, МПа					Подача, мм/об, не более						
4,4 ... 4,9	5,0 ... 5,5	5,6 ... 6,2	6,3 ... 7,9	8,0 ... 8,9							
Глубина резания, мм, не более											
1,4	–	–	–	–	0,25	0,54	0,97	1,27	1,65	2,15	–
3	1,4	–	–	–	0,14	0,38	0,75	0,97	1,27	1,65	–
7	3	1,4	–	–	–	0,25	0,54	0,75	0,97	1,27	2,15
15	7	3	1,4	–	–	0,14	0,38	0,54	0,75	0,97	1,65
–	15	7	3	1,4	–	_	0,25	0,38	0,54	0,75	1,27
–	–	15	7	3	–	–	0,14	0,25	0,38	0,54	0,97
–	–	–	15	7	–		–	0,14	0,25	0,38	0,75
–	–	–	–	15	–	–	–	–	0,14	0,25	0,54
Характер обработки					Скорость резания, м/мин						
Наружное продольное точение					417	330	360	231	205	182	144
Растачивание до диаметра 500 мм					378	299	236	209	186	165	130
Поперечное точение					518	409	323	287	255	227	188

Таблица П6.2

Скорости резания при точении и растачивании сталей резцами из стали Р9 и Р18

Глубина резания, мм	Подача, мм								
1,4	0,16	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76	1	1,3	–
3,0	–	0,16	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76	1	1,3
6,0	–	–	0,16	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76	1
12	-	–	–	–	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76
Характер обработки	Скорость резания, м/мин								
Наружное продольное точение	106	89	75	62	52	44	37	31	26
Растачивание	96	80	67	56	47	39	33	28	23
Поперечное точение	130	109	91	77	64	54	45	38	32

Таблица П6.3

Скорости резания при фрезеровании конструкционной стали цилиндрическими фразами из стали Р9 и Р18

Диаметр фрезы, мм	Число зубьев	Ширина фрезерования, мм	Глубина фрезерования, мм	Подача, мм/зуб фрезы					
				0,05	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33
				Скорость резания, м/мин					
75	8	12 ... 40	3	62	54	49	43,9	38,5	–
			5	52	46,5	42	37	33	–
			8	45,5	40,5	36,5	32,5	28,5	–
		41 ... 130	3	54	48,5	44	39	34	–
			5	46,5	41,5	38	33,5	29,5	–
			8	40,5	36	32,5	28,5	25,5	–
90	8	12 ... 40	3	66	59	53	47,5	42	–
			5	57	51	46,5	41	36	–
			8	49,5	44	40,5	35,5	31	–
		41 ... 130	3	59	52	48	42	37	–
			5	51	45	40,5	36	31,5	–
			8	44	39	35	31	27,5	–
110	10	12 ... 40	3	71	63	57	51	44,5	40
			5	61	54	48,5	43,3	38,5	34
			8	52	46,5	42,5	37,5	33	29,5
			13	45,5	41	37	33	29	26
		41 ... 130	3	63	56	50	45	39,5	35
			5	54	48	43,5	38,5	34	30,5
			8	46,5	41,5	37,5	33	29,5	26,5
			13	41	36,5	33	29	26	23

Таблица П6.5

Скорости резания при обработке конструкционных сталей концевыми фрезами из стали Р9 и Р18

Диаметр фрезы, мм	Число зубьев	Ширина обрабатываемого паза, мм	Глубина обрабатываемого паза, мм	Подача, мм/зуб фрезы			
				0,045	0,06	0,07	0,09
				Скорость резания, м/мин			
16	4	16	10 ... 25	35	30,5	27	–
16	5	16	10 ... 25	34	30	–	–
20	5	20	10 ... 30	33,5	29,5	26,5	23
20	6	20	10 ... 30	33	29	26	–

Таблица П6.4

Режимы тонкого обтачивания

Обрабатываемый материал	Режущий инструмент из алмаза			Режущий инструмент из твердого сплава		
	Скорость резания, м/мин	Продольная подача, мм/об заготовки	Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин	Продольная подача, мм/об заготовки	Глубина резания, мм
Силумин	350 ... 500	0,02 ... 0,08	0,06 ... 0,30	200 ... 400	0,02 ... 0,08	0,05 … 0,45
Баббит	380 ... 600	0,02 ... 0,03	0,18 ... 0,25	250 ... 600	0,02 ... 0,10	0,05 … 0,35
Бронза	330 ... 500	0,02 ... 0,05	0,10 ... 0,25	250 ... 500	0,02 … 0,10	0,05 … 0,25
Чугун серый	–	–	–	100 … 200	0,03 … 0,18	0,10 … 0,35
Сталь углеродистая	–	–	–	150 ... 300	0,03 … 0,14	0,10 … 0,35

Таблица П6.6

Скорости резания при обработке конструкционных сталей и сплавов цилиндрическими фрезами с пластинами из сплава Т15К6

Диаметр фрезы, мм	Число зубьев	Ширина фрезерования, мм	Глубина фрезерования, мм	Подача, мм/зуб фрезы			
				0,12	0,16	0,22	0,3
				Скорость резания, м/мин			
80	8	20... 80	2	255	233	214	195
			3	220	201	4	169
			4,4	190	174	160	145
			6,5	164	150	137	125
			9,5	141	129	118	108
90	4	20... 80	2	276	252	231	211
			3	240	218	199	182
			4,4	205	288	172	157
			6,5	179	162	148	136
			9,5	154	141	129	118
100	10	20... 80	2	257	236	216	197
			3	222	203	186	170
			4,4	192	175	160	147
			6,5	165	151	138	127
			9,5	143	130	119	109

Таблица П6.7

Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из быстрорежущей стали или твердого сплава

Диаметр детали, мм	Размер державки резца, мм	Обрабатываемый материал					
		Сталь конструкционная углеродистая				Чугун и медные сплавы	
		Глубина резания, мм					
		До 3	3...5	5-8	8...12	До 3	3...5
До 20	От 16 × 25 до 25 ×25	0,3 ... 0,4	–	–		–	–
20 ... 40	От 16 ×25 до 25 × 25	0,4 ... 0,5	0,3 ... 0,4	–	–	0,4 ... 0,5	–
40 ... 60	От 16 × 25 до 25 × 40	0,5 ... 0,9	0,4 ... 0,8	0,3 ... 0,7	–	0,6 ... 0,9	0,5 ... 0,8
60 ... 100	От 16 × 25 до 25 × 40	0,6 ... 1,2	0,5 ... 1,1	0,5 ... 0,9	0,4 ... 0,8	0,8 ... 1,4	0,7 ... 1,2

Примечания: 1. При обработке сталей твердостью 44 ... 56 HRC табличные значения подачи следует уменьшить, умножая их на коэффициент 0,8.
2. При обработке сталей твердостью 57 ... 62 HRC табличные значения подачи следует уменьшить, умножая их на коэффициент 0,5.
3. При обработке прерывистых поверхностей табличные значения подачи следует уменьшить, умножая их на коэффициент 0,5.

Таблица П6.9

Величина врезания и перебега резца при работе на токарных станках

Глубина резания, мм	Главный угол резца в плане, φ								Величина перебега, мм
	10	15	20	30	45	60	75	90	
	Величина врезания, мм								
1	5,7	3,7	2,7	1,7	1	0,6	0,3	3	1
2	11,3	7,5	5,5	3,5	2	1,2	0,6		1
3	17	11,2	8,2	5,2	3	1,7	0,8		2
4	6,2	14,9	11	6,9	4	2,3	1,1		2
5	4,2	18,6	13,7	8,7	5	2,9	1,3		2
6	34	22,4	16,5	10,4	6	3,5	1,6		2
7	40	26	19,2	12,1	7	4	1,9		2
8	45,2	29,8	22	13,8	8	4,6	2,1		3
9	51	33,6	24,7	15,7	9	5,2	2,4		3
10	57	37,3	27,4	17,3	10	5,8	2,7		3

Таблица П6.8

Продольные подачи при черновом растачивании на токарных и токарно-револьверных станках резцами с пластинами из быстрорежущей стали или твердого сплава

Размеры сечения резца или оправки, мм	Вылет резца или оправки, мм	Обрабатываемый материал						
		Сталь конструкционная			Чугун и медные сплавы			
		Глубина резания, мм						
		2	3	5	2	3	5	8
		Подачи, мм/об заготовки						
Ø10	50	0,08	–	–	0,12 ... 0,16	–	–	–
Ø12	60	0,1	0,08	–	0,12 ... 0,2	0,12 ... 0,18	–	–
Ø16	80	0,1 ... 0,25	0,15	0,1	0,20 ... 0,3	0,15 ... 0,25	0,1 ... 0,18	–
Ø20	100	0,5 … 0,3	0,15 ... 0,25	0,12	0,3 ... 0,4	0,25 ... 0,35	0,12 ... 0,25	–
Ø20	125	0,25 ... 0,5	0,15 ... 0,4	0,12 ... 0,2	0,4 … 0,6	0,3 ... 0,5	0,25 ... 0,35	–
Ø30	150	0.,4 ... 0,7	0,2 ... 0,5	0,12 ... 0,3	0,5 ... 0,8	0,4 ... 0,6	0,25 ... 0,45	–
Ø40	200	–	0,25 ... 0,6	0,15 ... 0,4	–	0,6 … 0,8	0.3 … 0,8	–
40×40	150	–	0,6 ... 1,0	0,5 ...0,7	–	0,7 ... 1,2	0,5 ... 0,9	0,4 ... 0,5

Таблица П6.10

Подачи при обработке отверстий зенкерами, мм/об

Обрабатываемый материал	Диаметр зенкера, мм					
	До 15	15 … 20	20 … 25	25 … 30	30 … 35	35 … 40
Сталь	0,5 …0,6	0,6 … 0,7	0,7 … 0,9	0,8 … 1,0	0,9 …1,1	0,9 …1,2
Чугун (менее 200НВ) и медные сплавы	0,7 …0,9	0,9 … 1,1	1,0 … 1,2	1,1 … 1,3	1,2 …1,5	1,4 …1,7
Чугун (свыше 200 НВ)	0,5 …0,6	0,6 … 0,7	0,7 … 0,8	0,8 … 0,9	0,9 …1,1	1,0…1,2

Приложение 7

Показатели точности и качества поверхности

Точность и качество поверхности при обработке отверстий в деталях из сталей

Метод обработки		*Ra*, мкм	Глубина дефектного слоя, мкм	Квалитет точности	Номинальный диаметр поверхности, мм				
					6 ... 10	10 ... 18	18 ... 30	30 ... 50	50 ... 80
					Допуск на обработку, мм				
Сверление		12,5 – 3,2	75 – 25	12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,30
Зенкерование	Черновое	12,5 – 6,3	50.–.30	12	0,18	0,21	0,25	0,30	0,35
	Чистовое	6,3 – 3,2	40 – 25	11; 10	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14
Развертывание	Черновое	1,6	25 – 12	11: 10	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12
	Чистовое	0,8	10	8; 7	0,015	0,018	0,021	0,025	0,03
Растачивание	Черновое	12,5 ... 6,3	50 – 30	12	–	–	–	–	–
	Чистовое	3,2 ... 1,6	23 – 16	11 – 8	–	–	–	–	–
	Тонкое алмазное	0,8 - 0,2	10 ... 4	7 – 5	–	–	–	–	–
Шлифование	Предварительное	1,6	20	8	–	0,027	0,033	0,039	0,05
	Чистовое	0,8 … 0,4	20 ... 5	6; 7	–	0,018	0,021	0,025	0,04
	Тонкое	0,4 … 0,1	5	5	–	0,008	0,009	0,011	0,01
Притирка, хонингование		0,4 … 0,03	5 ... 3	5	–	0,008	0,009	0,011	0,01
Калибрование шариком		0,40 … 0,05	–	8; 7	–	–	0,033	0,039	0,05
Алмазное выглаживание		0,05	–	5	–	–	0,009	0,011	0,01

Примечание. При обработке деталей из чугуна и цветных сплавов предельные отклонения размеров можно принимать на один квалитет точнее.

Приложение 8

Краткие технические характеристики металлорежущих станков

Токарно-винторезный стенок 16К20

Высота центров, мм	215
Расстояние между центрами, мм	До 2000
Мощность электродвигателя, Вт	10000
Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200 315; 400; 500; 630; 800 1000; 1250; 1600; 2000
Продольная подача, мм/об заготовки	0,05; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125;0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,5 1,75 ... 4,16
Поперечная подача, мм/об заготовки	0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 ... 2,08

Круглошифовальный станок 3Б12

Диаметр обрабатываемых валов, мм	8 ... 200
Диаметр обрабатываемых отверстий, мм	25 ... 50
Продольная подача ($S_в$В), мм/об заготовки	0,1 ... 5,0
Частота вращения заготовки, мин-1	78 ... 780
Цена деления лимба, мм	0,002
Диаметр шлифовального круга, мм	300
Ширина шлифовального круга, мм	40
Частота вращения шпинделя при наружном шлифовании, мин$^{-1}$	2250
Частота вращения шпинделя при внутреннем шлифовании, мин$^{-1}$	16750

Горизонтально-фрезерный станок 6Р82

Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	31,5; 40; 63; 80; 100; 125; 250;315; 400; 630; 800; 1250; 1600
Продольная подача, мм/мин	25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100;125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250

Вертикально-фрезерный станок 6Р12

Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	31,5; 40; 63; 80; 100; 125; 250;315; 400; 630; 800; 1250; 1600
Продольная подача, мм/мин	25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100;125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250

Круглошлифовальный станок 3М131

Наибольший диаметр шлифуемой поверхности, мм	280
Наибольшая длина шлифуемой поверхности, мм	700
Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Частота вращения круга, мин$^{-1}$	1112 или 1285
Частота вращения обрабатываемой заготовки, мин$^{-1}$	40 ... 400 (бесступенчато)
Скорость продольного хода стола, мм/мин	50...5000 (бесступенчато)
Поперечная подача шлифовального круга, мм/ход. стола	0,002 ... 0,1 (бесступенчато)
Непрерывная подача при врезном шлифовании, мм/мин	0,1 ... 4,5
Диаметр шлифовального круга, мм	600
Ширина шлифовального круга, мм	63

Плоскошлифовальный станок 3П722

Ширина стола, мм	320
Длина стола, мм	1250
Мощность электродвигателя, кВт	15
Скорость движения стола, м/мин	3 ... 45
Поперечная подача шлифовального круга, мм/ход стола	2 ... 48 (бесступенчато)
Вертикальная подача шлифовального круга, мм/реверс шлифовальной бабки	0,004; 0,005; 0,01 ... 0,1 (с шагом 0,005 мм)
Поперечная подача шлифовального круга, мм/ход стола	0,002 ... 0,1 (бесступенчато)
Диаметр шлифовального круга, мм	450
Ширина шлифовального круга, мм	80

Внутришлифовальный станок 3К228В

Наибольший диаметр шлифуемого отверстия, мм	200
Наибольшая длина шлифуемой поверхности, мм	200
Мощность электродвигателя шпинделя, кВт	5,5
Частота вращения шлифовального круга, $мин^{-1}$	4500; 6000; 9000; 13000
Частота вращения обрабатываемой заготовки, $мин^{-1}$	100 ... 600 (бесступенчато)
Скорость продольного хода шлифовальной бабки, м/мин	1 ... 7 (бесступенчато)
Поперечная подача шлифовального круга, мм/ход	0,001 ... 0,006 (с шагом 0,001 мм)
Непрерывная подача при врезном шлифовании, мм/мин..	0,1 ... 4,5
Наибольший диаметр шлифовального круга, мм	175
Наибольшая ширина (длина) шлифовального круга,мм	63

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 3
РАБОТА №1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ 5
РАБОТА № 2. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА 2
РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРИПУСКОВ ..... …… 4
РАБОТА №4. РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК 13
РАБОТА №5. ВЫБОР БАЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК 25
РАБОТА №6. НОРМИРОВАНИЕ ТОКАРНОЙ ОПЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА 37
РАБОТА №7. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ, СТРУКТУРА ШТУЧНОГО ВРЕМЕНИ 43
Приложение 1. Допуски в системе отверстия на наружные размеры по ЕСДП (ГОСТ 25347–82) 53
Приложение 2. Примерные маршруты получения параметров наружных цилиндрических поверхностей 55
Приложение 3. Примерные маршруты получения параметров внутренних цилиндрических поверхностей 56
Приложение 4. Операционные припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей 57
Приложение 5.ВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ 58
Приложение 6. Параметры резания и режимы обработки 62
Приложение 7. Показатели точности и качества поверхности 68
Приложение 8. Краткие технические характеристики металлорежущих станков 69

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Б1.В.05 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Ю. А. Лагунова, С.А. Чернухин

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лагунова Ю. А.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 31.08.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕМНОГО НАСОСА

1. Цель работы

Определение рабочей характеристики объемного насоса вращательно-подающего механизма бурового станка.

2. Задание

1. Разработать гидравлическую принципиальную схему установки для проверки работоспособности объемного насоса, т. е. для снятия его гидравлической характеристики.

2. Собрать схему на тренажере.

3. Провести измерения согласно приведенной таблице.

4. Построить гидравлическую характеристику насоса.

5. Отрегулировать параметры насоса при заданных условиях работы.

При работе оператор установил, что скорость вращения бурового става снизилась до предельно низкого значения. Принято решение о временном переходе на запасной контур управления. Основной насос необходимо отправить на диагностику.

6. Объяснить возможную причину снижения скорости вращения бурового става.

3. Последовательность выполнения работы

Схема установки для снятия статической характеристики объемного насоса приведена на аудиторной доске с помощью аппликационных моделей (рис. 1.1).

На стенде-тренажере необходимо самостоятельно собрать схему установки для снятия статической характеристики объемного насоса. Насос *1*, характеристику которого требуется снять, входит в состав

гидроагрегата и расположен внутри гидравлического бака. Предохранительный клапан *2* насоса настроен на давление 6 МПа.

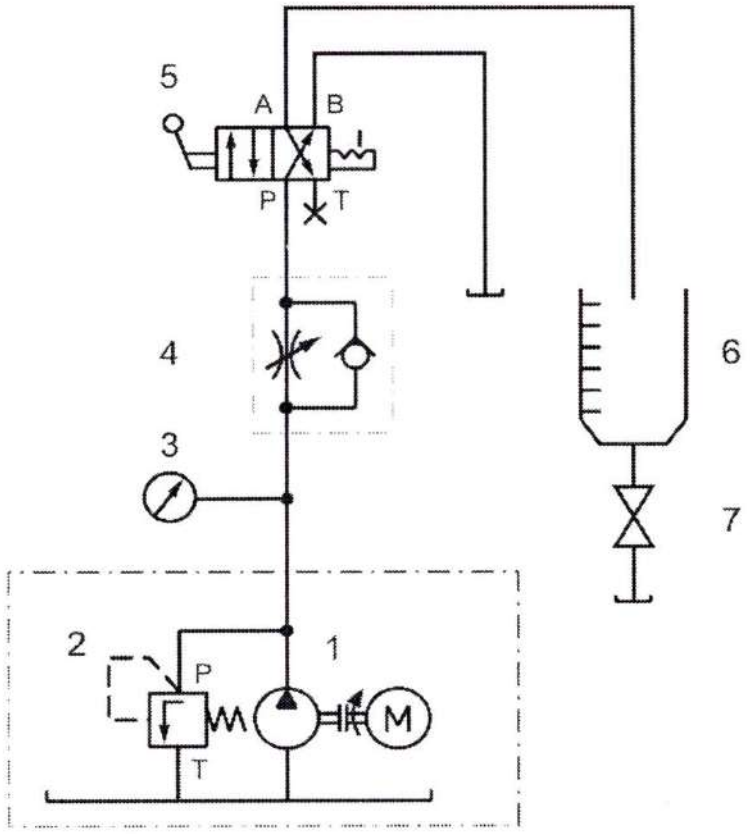


Рис. 1.1. Схема для снятия характеристики насоса

Измерение расхода осуществляют объемным способом и производят двумя путями:

а) засекают время, за которое набирается определенный объем масла, например, 1 л;

б) замеряют объем масла в мерном баке, который набирается за определенный временной интервал, например, за 20 с.

В мерную емкость *6* поток масла подают путем переключения распределителя *5*. Требуемое давление *p* на выходе насоса устанавливают нагрузочным дросселем *4* и контролируют по манометру *3*.

Перед включением гидростанции следует полностью открыть нагрузочный дроссель *4* и сливной кран *7* мерной емкости.

Для измерения объемного расхода сливной кран *7* мерной емкости *6* закрыть, и включить гидростанцию. Распределитель *5* переключить на 20 с. Зарегистрировать объем масла в мерной емкости. Расход Q (л/мин.) определяют умножением измеренного объема на три.

Опыт повторить 3 раза. Среднее значение расхода занести в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Давление p, МПа	2	3	4	4,5	5
Объем V (за 20 с), л					
Расход Q, л/мин.					

Регулировочным винтом нагрузочного дросселя *4* повысить давление p до следующего значения, указанного в табл. 1.1, и повторить опыт.

После заполнения таблицы построить гидравлическую характеристику насоса $Q = f(p)$.

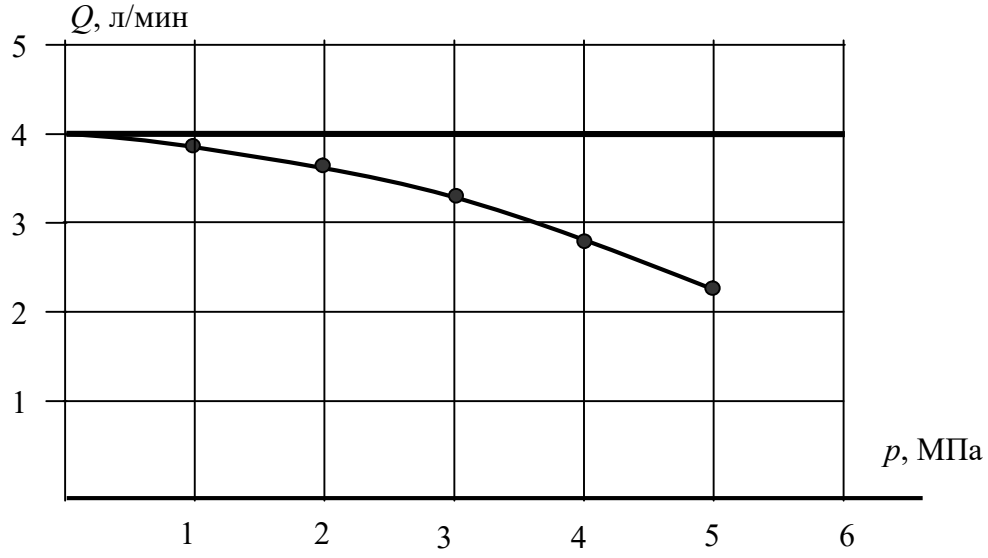


Рис. 1.2. Гидравлическая характеристика насоса

Пример построения приведен на рис. 1.2.

Поскольку рабочий объем исследуемого насоса равен $V_0 = 3$ см^3, а частота вращения приводного электродвигателя равна 1450 об/мин, теоретическая подача насоса составит $Q_т = V_0 n$.

Теоретическая характеристика насоса должна иметь вид горизонтальной линии. На практике при увеличении давления на выходе насоса его подача уменьшается из-за появления внутренних утечек, которые увеличиваются с повышением давления. Внутренние утечки могут достигать значительной величины у насосов, детали которых изношены и зазоры между ними увеличены. Отношение реального значения подачи насоса к его теоретической подаче представляет собой объемный коэффициент полезного действия насоса: $\eta_о = Q / Q_т$.

Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2
СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПОРНОГО КЛАПАНА

1. Цель работы

Определение рабочей характеристики напорного клапана насоса.

2. Задание

1. Разработать гидравлическую принципиальную схему для снятия характеристики напорного клапана.
2. Определить давление открытия напорного клапана.
3. Провести измерения.
4. Построить гидравлические характеристики напорного клапана.
5. Рассмотреть совместную работу насоса и напорного (переливного) клапана при повышении давления в системе.

С целью обеспечения проведения ремонтных работ на карьере для осуществления монтажа и демонтажа карьерного экскаватора, необходимо увеличить противовес автокрана. Это требует увеличения давления в гидроприводе, посредством которого вывешивается автокран. Чтобы знать возможности по настройке давления в приводе, нужно иметь гидравлическую характеристику его напорного клапана.

3. Последовательность выполнения работы

Схема установки для снятия статической характеристики напорного клапана приведена на аудиторной доске с помощью аппликационных моделей (рис. 1.3).

На стенде-тренажере собрать схему для снятия статической характеристики напорного (переливного) клапана *5*.

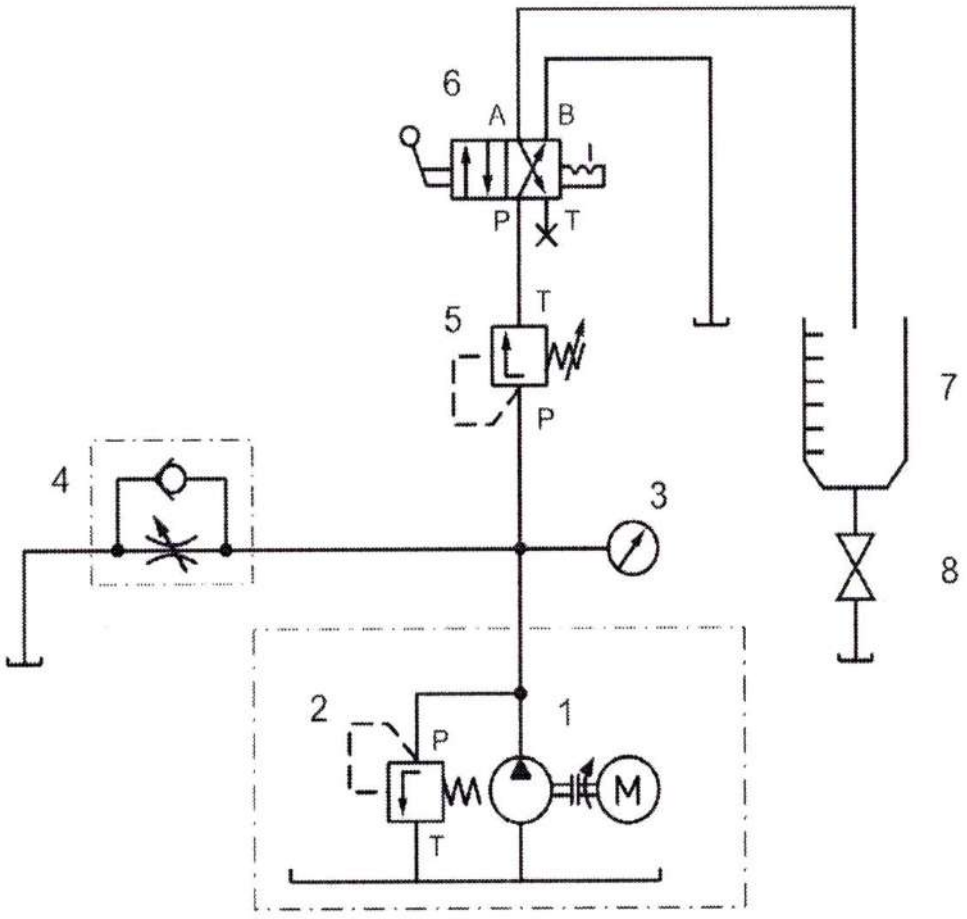


Рис. 1.3. Схема для снятия статической характеристики напорного клапана

Предохранительный клапан *2* насоса *1* настроен на давление 6 МПа. Распределитель *6* служит для переключения потока масла на мерную емкость *7*. Давление на выходе насоса устанавливается нагрузочным дросселем *4*, имитирующим нагрузку в реальном гидроприводе, и контролируется по манометру *3*.

После сборки и проверки гидравлической системы пружину переливного (испытуемого) клапана *5* посредством регулировочного винта максимально ослабить. Дроссель *4* полностью закрыть, включить гидростанцию (при этом вся подача насоса будет проходить через переливной клапан *5* на слив). Регулировочным винтом переливного клапана *5* установить на манометре *3* давление 4 МПа (имитируется давление настройки переливного клапана в

гидроприводе автокрана до установки дополнительных противовесов).

Важно подчеркнуть, что режим работы, когда вся подача насоса через напорный клапан подается на слив, отражает понятие «клапан настроен на давление 4 МПа».

Для измерения объемного расхода закрыть сливной кран *8* мерной емкости *7*. Распределитель 6 переключить на 20 с. Зарегистрировать объем масла в мерной емкости *7*. Расход Q (л/мин.) определяют умножением измеренного объема на три.

Опыт повторить 3 раза. Среднее значение расхода занести в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Давление p, МПа	2,5	3,0	3,25	3,5	3,75	4,0
Объем V (за 20 с), л						
Расход Q, л/мин.						

Дроссель *4* полностью открыть. Необходимо как можно более точно установить значение давления, при котором клапан начинает открываться. Для этого необходимо: при полностью открытом дросселе *4* распределитель *6* переключить на мерную емкость *7*. Плавно закрывая дроссель *4*, следить за появлением признаков течения жидкости в мерный бак.

Зафиксировать в табл. 1.2 значение давления, при котором клапан начинает открываться.

Заданные в таблице значения давления устанавливать путем постепенного закрытия дросселя *4*, измеряя каждый раз соответствующие значения объемного расхода.

По полученным данным построить гидравлическую характеристику клапана. Пример статической характеристики напорного клапана приведен на рис. 1.4.

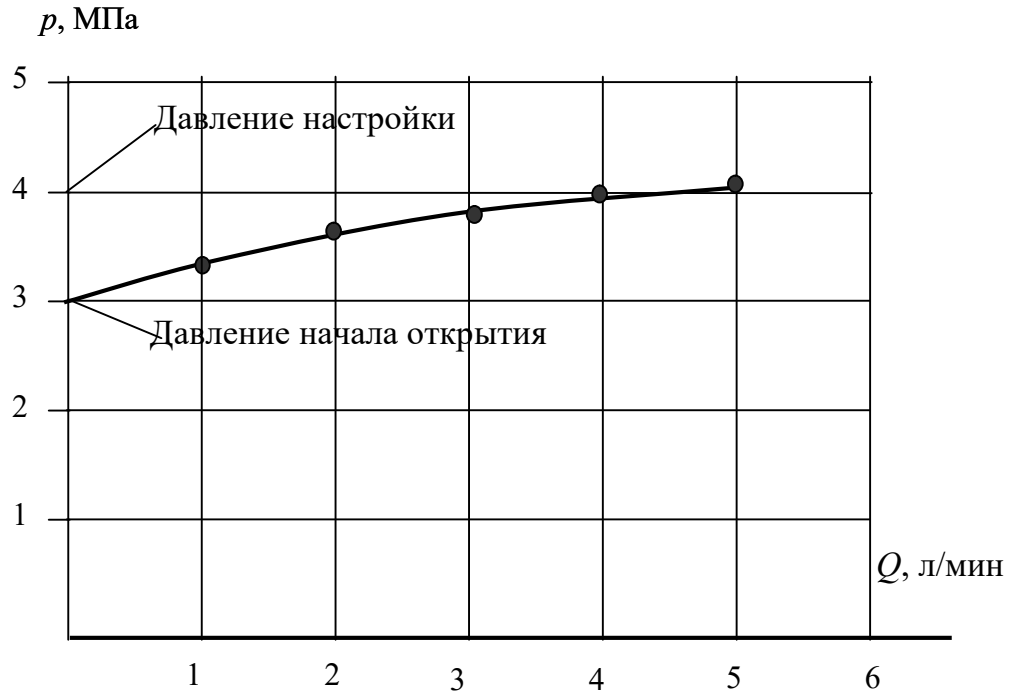


Рис. 1.4. Статическая характеристика настройки клапанов

Повторить эксперимент, настроив предварительно переливной клапан на давление 5 МПа (имитируется настройка переливного клапана после установки дополнительных противовесов), и аналогично заполнить табл. 1.3.

Таблица 1.3

Давление p, МПа	3,5	4,0	4,25	4,5	4,75	5,0
Объем V (за 20 с), л						
Расход Q, л/мин.						

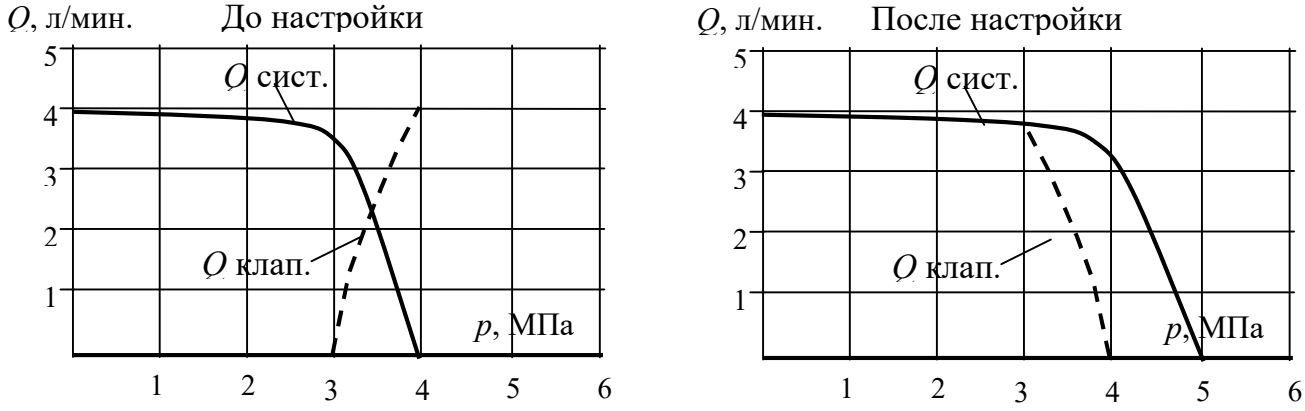
Характеристика переливного клапана после регулировки сместится параллельно самой себе в зону повышенного давления.

Сформулировать вывод.

Настройка переливного клапана определяет максимально возможный уровень давления в гидросистеме.

В задаче с автокраном давление в гидросистеме должно быть повышено путем поджатия регулировочной пружины переливного клапана, причем величина давления должна быть такой, чтобы усилия, развиваемые цилиндрами, были достаточны для вывешивания автокрана с грузом. Иначе, если вывесить только автокран с противовесом, при подъеме груза давление в гидроцилиндрах увеличиться, переливной клапан, настроенный только на давление от веса крана, откроется, и рабочая жидкость будет уходить на слив. Гидроцилиндры «просядут», что может привести к аварии – опрокидыванию крана!

Основной особенностью совместной работы в гидросистеме объемного нерегулируемого насоса и напорного переливного клапана является периодическое деление подачи насоса между гидросистемой (потребитель) и сливом через переливной клапан.



$$Q_{\text{сист.}} = Q_{\text{нас.}} - Q_{\text{клап.}}$$

Рис. 1.5. Нерегулируемый насос с предохранительным клапаном

Наглядное представление об этом можно получить, наложив характеристику переливного клапана на характеристику объемного насоса. Пример показан на рис. 1.5.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕМНОГО НАСОСА…….. 5

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2… СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПОРНОГО КЛАПАНА……. 9

Учебное издание

Юлия Андреевна Лагунова
Станислав Алексеевич Чернухин

СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕМНОГО НАСОСА

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Гидравлика и гидропневмопривод
горных машин», для студентов
специальности 21.05.04 – «Горное дело» специализации «Горные машины и оборудование
очного и заочного обучения

Редактор *В. В. Баклаева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 0,8 . Уч.-изд. л. 0,72. Тираж 130 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.В.05 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Суслов Н.М., д-р техн. наук, профессор

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лагунова Ю. А.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 31.08.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. Повторение материала лекций 3

2. Самостоятельное изучение тем 4

3. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям..... 5

4. Выполнение самостоятельного домашнего задания 6

4.1. Задания для самостоятельной работы 6

4.2. Порядок выполнения. 14

4.3. Оформление и порядок защиты 15

ЛИТЕРАТУРА..... 15

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время невозможно представить горную промышленность без гидравлических и пневматических приводов. Гидравлический пневматический привод позволяют повысить производительность горных машин, мощность и энергоэффективность, при этом сохраняя малые габариты. Выпускники университета должны уметь рассчитывать, проектировать, обслуживать гидравлические и пневматические системы, применяемые в горном деле.

Цель самостоятельной работы: обучение студентов проектированию и расчетам, с применением компьютерных технологий, гидравлических и пневматических систем. Умение использовать компьютерные технологии при проектировании гидравлики позволит в последующей профессиональной деятельности разрабатывать оптимальные конструкции с минимальной массой и стоимостью и сократить продолжительность разработки проектов.

В методических указаниях приведены задачи типовых заданий для самостоятельной работы, практикуется применение индивидуальных заданий, соответствующих выбранному студентом направлению будущей работы. Такими заданиями являются выполнение расчетов для гидро- и пневмоприводов экскаваторов, дробилок, буровых установок и т.п.

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- проблемы создания горных машин из различных типов и назначений;
- конструктивные схемы приводов основных механизмов горных машин;
- технические характеристики и конструктивные особенности гидравлических и пневматических машин, гидро- и пневмо приводов горных машин;
- теоретические основы, устройство и методики расчета гидравлических и пневматических приводов.

Уметь:

- проводить расчеты гидро- и пневмоприводов горных машин, выбирать гидро- и пневмоаппараты, гидравлические и пневматические машины для конкретной гидравлической схемы привода;
- анализировать, синтезировать и критически резюмировать полученную информацию, работать с технической документацией;
- работать с диагностическими приборами для мониторинга технического состояния гидравлических и пневматических машин.

Владеть:

- методами расчета геометрических, кинематических, силовых, прочностных и энергетических параметров гидравлических и пневматических машин и аппаратов для конкретной схемы;
- методами и навыками организации технических мероприятий по обеспечению постоянной работоспособности гидравлических и пневматических машин с заданными технико-экономическими параметрами эксплуатации;
- методами решения инженерно-технических и прикладных экономических задач с применением вычислительной техники и основных нормативных документов.

1. Повторение материала лекций

Тема 1: Тема 1: Общие сведения о гидро- и пневмоприводах горных машин общие.

Изучение структурных и принципиальных схем гидро- и пневмопривода. Классификации рабочих жидкостей гидропривода, основных ее свойств. Сравнение гидропривода и пневмопривода [1].

Тема 2: Объемные гидро- и пневмомашины

Основные термины и определения. Использование объемных гидро- и пневмомашин в горной промышленности. Основные рабочие параметры объемных машин. Принцип действия объемных гидро- и пневмомашин. Расчет основных параметров объемных гидро и пневмомашин [2].

Тема 3: Испытания объемных гидро и пневмомашин

Механическая и регулирующая характеристика горных машин. Особенности рабочих процессов объемных гидро- и пневмомашин. Потери энергии в объемных машинах. Расчет основных параметров объемных гидро- и пневмомашин [3, 4].

Тема 4: Гидроцилиндры. Пневмоцилиндры

Использование гидроцилиндров и пневмоцилиндров в горных машинах. Конструктивные схемы гидроцилиндров и пневмоцилиндров. Применяемые типы уплотнений. Расчет основных параметров [5].

Тема 5: Динамические гидромашины

Использование динамических гидромашин машин в горной промышленности. Основные рабочие параметры, принцип действия динамических гидромашин. Расчет основных параметров динамических гидромашин [1].

Тема 6: Аппараты управления и регулирования приводов

Клапаны предохранительные. Гидродроссели. Регуляторы потока. Распределители. Основные параметры аппаратов управления и регулирования [1, 2].

Тема 7: Гидродинамические передачи

Применение гидродинамических передач в горных машинах. Преобразование механической энергии в гидродинамическую передачу. Гидромуфты гидротрансформаторы. Регулирование передач [1, 2].

Тема 8: Проектирование гидро- и пневмосхем на стенде-тренажере

Условные обозначения гидро- и пневмомашин и гидро и пневмоаппаратов в схемах приводов. Способы регулирования приводов. Реализация на стенде-тренажере разработанной гидросхемы и пневмосхемы привода. Снятие характеристики разработанной схемы. Анализ полученных результатов [1, 2, 3].

Тема 9: Смазочные системы и основные этапы их проектирования на стенде-тренажере

Основные подвижные соединения в горном оборудовании. Системы смазки подвижных соединений. Подбор необходимого оборудования при проектировании смазочных систем и средств смазки [1, 2, 3, 5].

2. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ

Тема 1: Тема 1: Общие сведения о гидро и пневмоприводах горных машин общие.

Изучение структурных и принципиальных схем гидро и пневмопривода. Классификации рабочих жидкостей гидропривода, основных ее свойств. Сравнение гидропривода и пневмопривода [1].

Тема 2: Объемные гидро и пневмомашины

Основные термины и определения. Использование объемных гидро и пневмомашин в горной промышленности. Основные рабочие параметры объемных машин. Принцип действия объемных гидро и пневмомашин. Расчет основных параметров объемных гидро и пневмомашин [2].

Тема 3: Испытания объемных гидро и пневмомашин

Механическая и регулирующая характеристика горных машин. Особенности рабочих процессов объемных гидро и пневмомашин. Потери энергии в объемных машинах. Расчет основных параметров объемных гидро и пневмомашин [3, 4].

Тема 4: Гидроцилиндры. Пневмоцилиндры.

Использование гидроцилиндров и пневмоцилиндров в горных машинах. Конструктивные схемы гидроцилиндров и пневмоцилиндров. Применяемые типы уплотнений. Расчет основных параметров [5].

Тема 5: Динамические гидромашины

Использование динамических гидромашин машин в горной промышленности. Основные рабочие параметры, принцип действия динамических гидромашин. Расчет основных параметров динамических гидромашин [1].

Тема 6: Аппараты управления и регулирования приводов

Клапаны предохранительные. Гидродроссели. Регуляторы потока. Распределители. Основные параметры аппаратов управления и регулирования [1, 2].

Тема 7: Гидродинамические передачи

Применение гидродинамических передач в горных машинах. Преобразование механической энергии в гидродинамическую передачу. Гидромуфты гидротрансформаторы. Регулирование передач [1, 2].

Тема 8: Проектирование гидро и пневмосхем на стенде-тренажере

Условные обозначения гидро и пневмомашин и гидро и пневмоаппаратов в схемах приводов. Способы регулирования приводов. Реализация на стенде-тренажере разработанной гидросхемы ипневмосхемы привода. Снятие характеристики разработанной схемы. Анализ полученных результатов [1, 2, 3].

Тема 9: Смазочные системы и основные этапы их проектирования на стенде-тренажере

Основные подвижные соединения в горном оборудовании. Системы смазки подвижных соединений. Подбор необходимого оборудования при проектировании смазочных систем и средств смазки [1, 2, 3, 5].

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ

Тема 3: Испытания объемных гидро и пневмомашин

Механическая и регулирующая характеристика горных машин. Особенности рабочих процессов объемных гидро и пневмомашин. Потери энергии в объемных машинах. Расчет основных параметров объемных гидро и пневмомашин [3, 4].

Тема 5: Динамические гидромашины

Использование динамических гидромашин машин в горной промышленности. Основные рабочие параметры, принцип действия динамических гидромашин. Расчет основных параметров динамических гидромашин [1].

Тема 6: Аппараты управления и регулирования приводов

Клапаны предохранительные. Гидродроссели. Регуляторы потока. Распределители. Основные параметры аппаратов управления и регулирования [1, 2].

Тема 8: Проектирование гидро и пневмосхем на стенде-тренажере

Условные обозначения гидро и пневмомашин и гидро и пневмоаппаратов в схемах приводов. Способы регулирования приводов. Реализация на стенде-тренажере разработанной гидросхемы ипневмосхемы привода. Снятие характеристики разработанной схемы. Анализ полученных результатов [1, 2, 3].

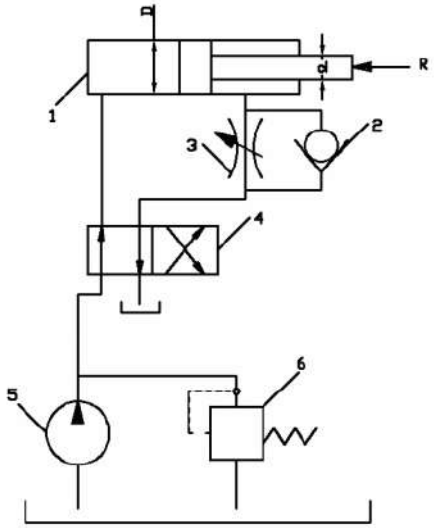
Тема 9: Смазочные системы и основные этапы их проектирования на стенде-тренажере

Основные подвижные соединения в горном оборудовании. Системы смазки подвижных соединений. Подбор необходимого оборудования при проектировании смазочных систем и средств смазки [1, 2, 3, 5].

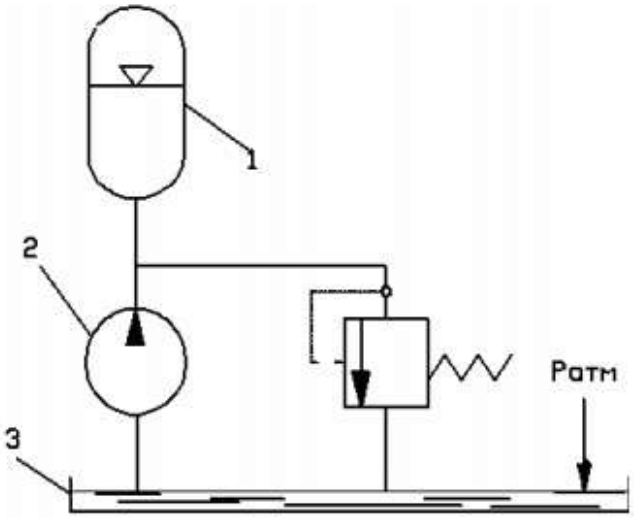
4. ВЫПОЛНЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

4.1. Задания для самостоятельной работы

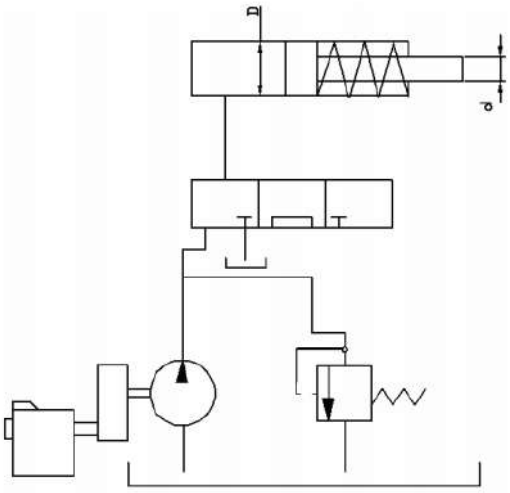
1. В объемном гидроприводе насос 5 развивает давление $p_н$ и постоянную подачу $Q_н$. Уплотнение поршня диаметром D и штока диаметром d в гидроцилиндре 1 манжетное. Пренебрегая утечками масла в обратном гидроклапане 2 и гидрораспределителе 4, определить минимальное и максимальное значения потери мощности из-за слива масла через переливной гидроклапан 6, если расход масла через гидродроссель 3 настраивается в пределах от 4 до 20 л/мин



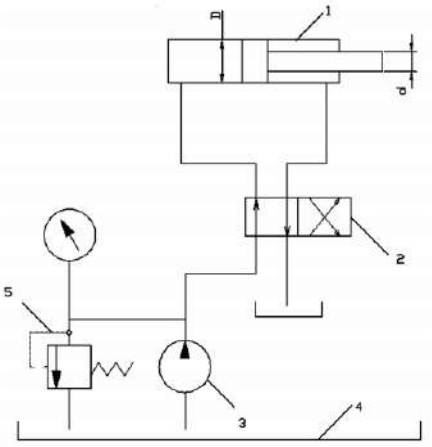
2. В процессе гидравлического испытания пневмогидроаккумулятора 1 емкостью V из открытого бака 3 насосом 2 подан объем V_1 минерального масла с модулем упругости E. Пренебрегая деформацией металла гидроаккумулятора и утечкой масла в гидросистеме, определить, до какой величины повысилось избыточное давление масла в гидроаккумуляторе в результате гидравлического испытания.



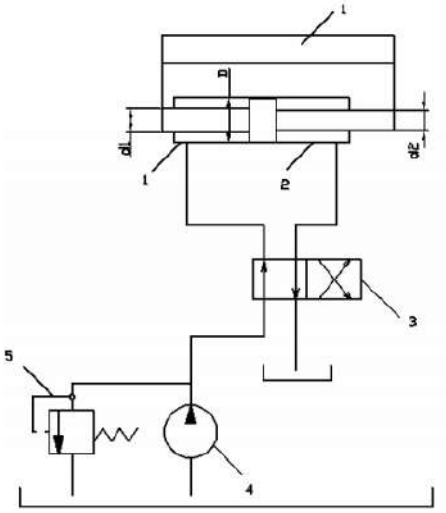
3. В объемном гидроприводе приводной вал роторного насоса вращается от коленвала двигателя внутреннего сгорания через редуктор. Пределы чисел оборотов коленвала двигателя внутреннего сгорания от n_1до n_2. При частоте вращения коленвала двигателя внутреннего сгорания n, насос развивает подачу $Q_н$. Пренебрегая утечкой масла в гидроаппаратуре, определить пределы регулирования скорости движения поршня гидроцилиндра 1 диаметром D. Поршень в гидроцилиндре уплотняется резиновыми кольцами круглого сечения.



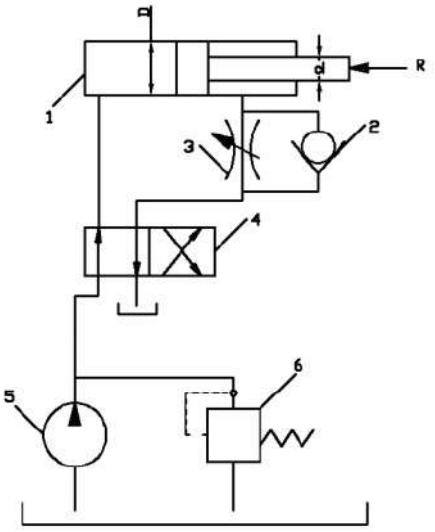
4. В объемном гидроприводе насос 3 при вращении своего приводного вала с частотой n развивает подачу $Q_н$. Уплотнение поршня диаметром dв гидроцилиндре 1 манжетное. Утечка масла в гидросистеме не превышает ΔQ. С учетом утечки масла в гидросистеме определить, с какой частотой необходимо вращать приводной вал насоса для сообщения поршню гидроцилиндра скорости υ при его движении а) вправо, б) влево.



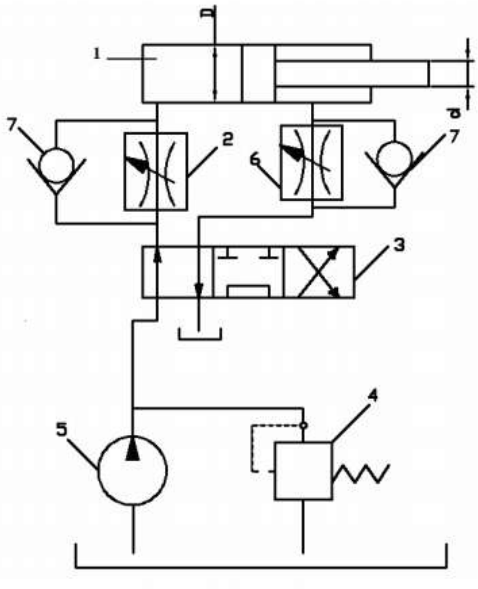
5. Гидроцилиндр 2 с двусторонним штоком одинакового диаметра (d_1–d_2) при давлении масла в рабочей полости Р и противодавлении в сливной полости $P_{пр}$=0,1 МПа развивает тяговое усилие F. Уплотнение поршня и штока в гидроцилиндре манжетное. Насос 4 при вращении собственного приводного вала с частотой $n_н$ развивает подачу $Q_н$. Определить пределы регулирования скорости движения поршня гидроцилиндра при изменении скорости вращения приводного вала насоса 4 от 1000 до 2000 об/мин. Принять $\eta_м$=0,97.



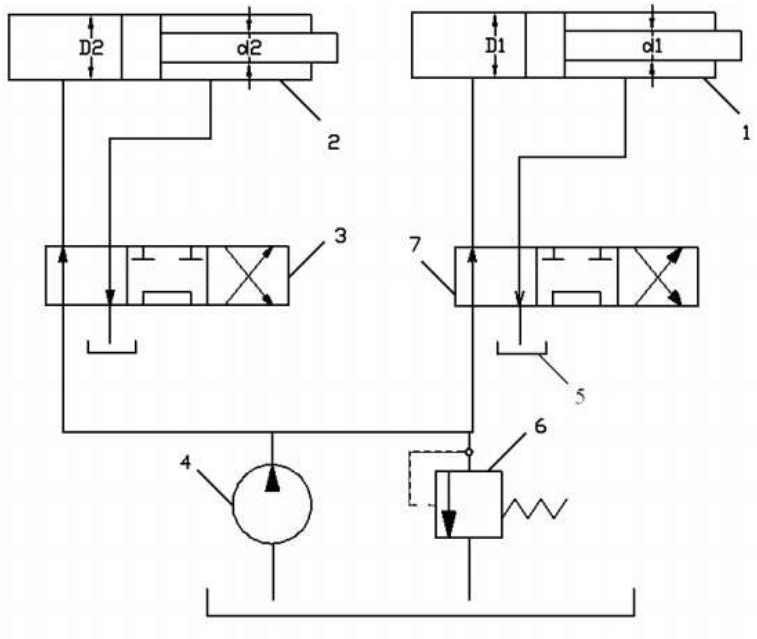
6. В объемном гидроприводе насос 5 развивает давление $p_н$ и постоянную подачу $Q_н$. Уплотнение поршня диаметром D и штока диаметром d в гидроцилиндре 1 манжетное. Пренебрегая утечками масла в обратном гидроклапане 2 и гидрораспределителе 4, определить минимальное и максимальное значения потери мощности из-за слива масла через переливной гидроклапан 6, если расход масла через гидродроссель 3 настраивается в пределах от 4 до 20 л/мин



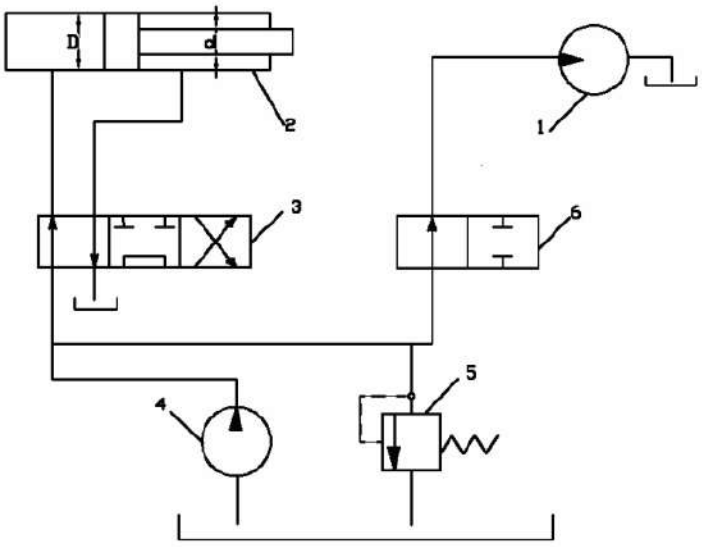
7. В левой полости гидроцилиндра 1 рабочее давление p. Диаметр гидроцилиндра D, диаметр штока d. Уплотнение поршня и штока в гидроцилиндре – манжетное. Противодавление в правой полости гидроцилиндра $p_{пр}$. Насос 5 развивает подачу $Q_н$=12л/мин. Падение (потеря) давления в напорной гидролинии Δp. Определить при движении поршня вправо общий КПД объемного гидропривода, если известны утечка масла через гидроклапан 4 ΔQ и общий КПД $\eta_н$.



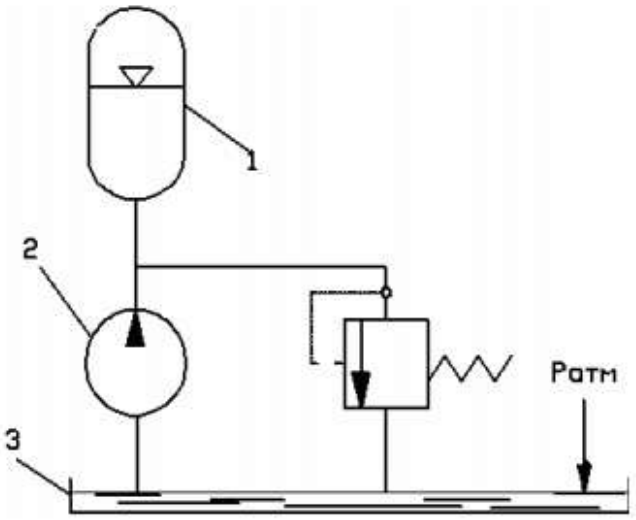
8. В объемном гидроприводе поршень гидроцилиндра 1 диаметром D_1 двигается вправо со скоростью υ_1, а поршень гидроцилиндра 2 D_2 двигается вправо со скоростью υ_2. Уплотнение поршня в каждом гидроцилиндре манжетное. Утечка масла в гидроаппаратуре составляет ΔQ. Определить подачу, развиваемую насосом 4.



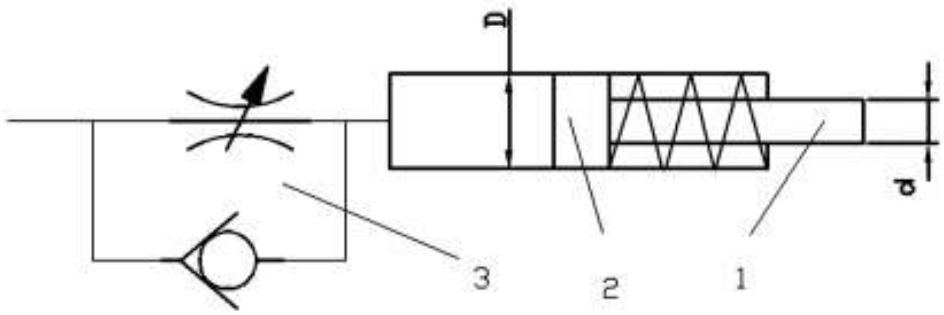
9. В объемном гидроприводе используется гидромотор 1 с рабочим объемом q_0 и гидроцилиндр 2 диаметром D. Уплотнение поршня в гидроцилиндре манжетное. С учетом суммарной утечки масла в гидроаппаратуре в количестве ΔQ определить, какую подачу создает насос 4, когда выходной вал гидромотора вращается со скоростью n, а поршень гидроцилиндра перемещается со скоростью υ. Объемный КПД гидромотора $\eta_{об}$.



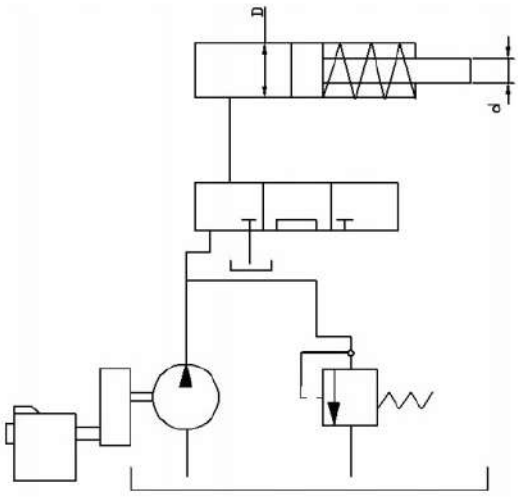
10. В процессе гидравлического испытания пневмогидроаккумулятора 1 емкостью V из открытого бака 3 насосом 2 подан объем V_1 минерального масла с модулем упругости E. Пренебрегая деформацией металла гидроаккумулятора и утечкой масла в гидросистеме, определить, до какой величины повысилось избыточное давление масла в гидроаккумуляторе в результате гидравлического испытания.



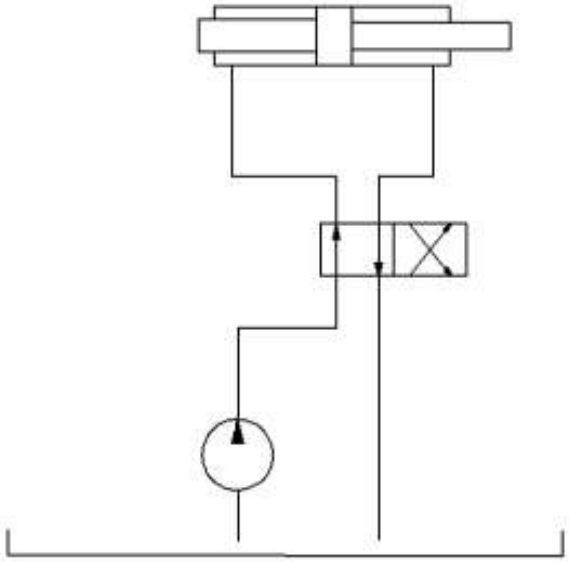
11. Гидравлическое реле выдержки времени с диаметром D поршня 2 срабатывает при перемещении штока 1 вверх на длину l. Определить, на пропуск какого расхода масла необходимо настроить гидродроссель 3, чтобы реле сработало (выдало сигнал управления) через промежуток времени t. Утечкой масла в данном реле пренебречь.



12. Ротор пластинчатого насоса получает вращение от асинхронного двигателя через клиноременную передачу, диаметры шкивов d0= 100мм и d=160мм, частота вращения вала электродвигателя nд, рабочий объем насоса q=16 см3, давление на выходе из насоса P=, объемный КПД ηоб= 0,95. Принять коэффициент проскальзывания клиноременной передачи ψ=0,98; общий КПД насоса ηн=0,8; КПД клиноременной передачи ηр=0,95 и КПД электродвигателя ηэ=0,87. Определить мощность, потребляемую электродвигателем.



13. Подача насоса равна Q=280 л/мин. Рассчитать диаметры всасывающей, напорной и сливной гидролиний, принимая следующие расчетные скорости: V1 =0,6 м/с – для всасывающей гидролинии; V2=4 м/с – для напорной гидролинии; V3= 1,4 м/с – для сливной гидролинии.

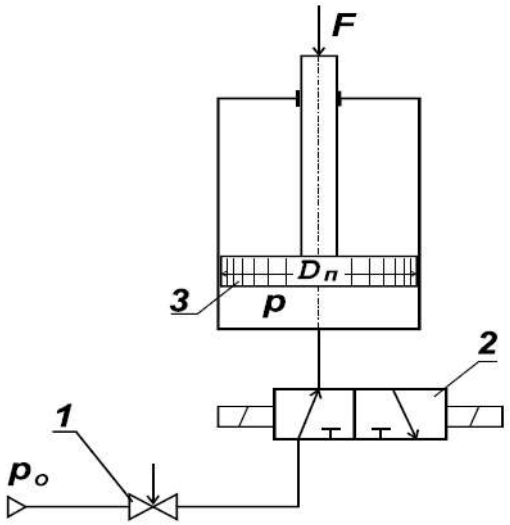


14. Определить конечную температуру воздухапневмодвигателя при адиабатном расширении, если начальная температура 20 ° С, абсолютное давление сжатия 0,6 МПа, а расширения 0,4 МПа.

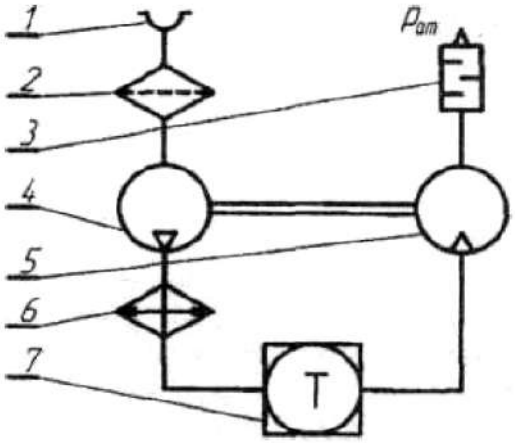
15. Определите теоретических расход четырехцилиндрового поршневого пневмомотора при частоте вращения 700 мин-1, если объем сжатого воздуха, перемещаемого одним поршнем за цикл, составляет 0,5 дм3, абсолютное давления сжатия 0,6 МПа, давление выхлопа 0,4 МПа, температура сжатого воздуха 300 К.

16. Определите расход турбинного пневмодвигателя, если абсолютное давление сжатого воздуха 0,5 МПа, а его температура 20 ° С. Двигатель имеет два сопла с насадками диаметром 24 мм. Коэффициент расхода насадки 0.92, коэффициент скорости 0.95

17. На рисунке показана расчетная схема магистрального пневмопривода, содержащая вентиль 1 ($\zeta_в = 5$), распределитель 2 ($\zeta_р = 12$) и пневмоцилиндр с поршнем 3. Диаметр поршня $D_п = 100$ мм. Сила полезного сопротивления, приложенная к поршню, $F = 0,8$ кН. Общая длина труб диаметром $D = 10$ мм составляет $l = 20$ м, эквивалентная шероховатость труб $\Delta Э = 0,01$ мм. Температура воздуха 20 ºС; подводимое давление $p0 = 0,63$ МПа. Определим скорость перемещения поршня Vп, пренебрегая силами трения. Из уравнения расхода (Мр) $V_П = \frac{M_p}{\rho \omega_П}$, где ωп - площадь поршня, ρ - плотность воздуха в поршневой полости.



18. На рисунке показана система турбонаддува двигателя внутреннего сгорания. Проходя последовательно через фильтр 2, компрессор 4 и охладитель 6 воздух попадает в двигатель внутреннего сгорания. Выхлопные газы, направляемые на выход, проходят через пневматический двигатель 5, который приводится во вращение. Пневмодвигатель в свою очередь приводит во вращение компрессор 4, который имеет с ним общий вал. Определить теоретическую подачу компрессора, если его рабочий объем равен q, а частота вращения вала пневмодвигателя n.



19. Выбрать проходное сечение элементов пневматической линии, состоящей из трубы длиной $L_1 = L_{э1}$ и распределителя; как установлено динамическим расчетом, ее пропускная способность характеризуется величиной $f^{э}_{расч}$

20. Требуется выбрать параметры привода одностороннего действия по следующим

данным $\upsilon_{ср} = 0{,}25\,{}^{м}\!/_{с}$ P = 980 Н, S= 0,5 м, m= $10\,\frac{кгс \cdot с^2}{м}$; рм= 0,5 МПа.

21. Определить диаметр цилиндра, а также параметры линий на входе и выходе по следующим данным: P2 = 980 Н; m= $10\ \frac{кгс \cdot с^2}{м}$; s = 0,6 м; рм = 0,5 МПа; диапазон изменения скорости Uср = 0,4…0,6 м/с.

22. Определить тормозной путь $x_т$ и время торможения привода, который нагружен силой P и должен переместить массу m; на длину S со средней скоростью $U_{ср}$. Относительный вредный объем тормозной полости $\xi_{от}=V_{jn}/F_s$ по конструктивным соображениям принимаем равным 0,05.

23. Требуется переместить горизонтально массу m, т. е. груз весом $P_т$ = mg на расстояние S с плавной остановкой в конце хода. По конструктивным соображениям эффективная площадь проходного сечения трубопроводов ограничена значением f (труба ${}^{1}\!/_{2}{}''$) сила полезного сопротивления P_2. Выбрать параметры пневмопривода, работающего в режиме автоторможения, чтобы время перемещения t_s было минимальным.

24. . Определить параметры привода и положение тормозного золотника, если требуется переместить массу m на расстояние S за время t_s. Полная сила сопротивления P. Значения $f_э$ ограничены теми же условиями: $f^э = f^э_{\max}$,$U \le U_{\max}$, $U_{\max}$.

25. Определить, на сколько изменится время перемещения поршня двустороннего пневмопривода, если через отверстие (Ω_{1-2}= 0,2) в нем часть сжатого воздуха будет перетекать из рабочей полости в выхлопную. Исходные данные: N; Ω , χ , δ_a; $П^F_{2,1}$.

26. Определить рабочее усилие, развиваемое мембранным приводом при перемещении центра мембраны на величину x. Исходные данные диаметр мембраны D_1 диаметр шайбы D_2; толщина ее h; давление сжатого воздуха $p_м$, модуль упругости материала мембраны E, угол наклона образующей мембраны в начальном положении υ (x_0 = 12 мм).

4.2. Порядок выполнения.

1. Выполнить анализ задачи по своему варианту
2. Составление формул необходимых для решения задачи
3. Выбор переменных.
4. Составление чертежа привода.
5. Решение задачи.
6. Составление графика.

4.3. Оформление и порядок защиты

Отчет по самостоятельной работе должна включать следующие этапы:

1. Постановка задачи.
2. Анализ задачи.
3. Чертеж схемы
4. Выбор метода расчета.
5. Выбор параметров работ схемы.
6. Решение задачи.
7. Составление графиков.

Выполненное задание представляется преподавателю письменном виде.

Защита задания выполняется пояснениями о порядке выполнения. Преподавателем оцениваются пояснения студента и ответы на дополнительные вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов Н. М., Лагунова Ю. А. Объемные гидравлические машины гидро- и пневмоприводов: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 346 с
2. Суслов Н. М., Чиркова А. А. Проектирование и расчет объемного гидропривода: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 78 с.
3. Суслов Н. М., Лагунова Ю. А. Гидравлика, гидро- и пневмопривод: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 62 с.
4. Суслов Н. М., Лагунова Ю. А. Проектирование гидроцилиндров: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2001. 81 с.
5. Суслов Н. М. Испытание объемного насоса: методические указания по лабораторным работам и самостоятельной работе студентов по дисциплине "Гидравлика и гидропривод". Свердловск : Изд. СГИ, 1988. 17 с
6. Ковалевский В. Ф. : рис., табл. Теплообменные устройства и тепловые расчеты гидропривода горных машин. Москва : Недра, 1972. - 224 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических занятий по дисциплине

Б1.В.06 КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки

Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Шестаков В.С., канд. техн. наук, профессор

Одобрены на заседании кафедры
Горных машин и комплексов
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Лагунова Ю. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 31.08.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время конструирование технических объектов выполняется полностью на ЭВМ, что привело к использованию понятия автоматизированное проектирование. Выпускники университета должны уметь работать на ЭВМ в текстовых и графических редакторах, конструкторских пакетах, позволяющих выполнять проектирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов.

Цель практической работы: обучение студентов конструированию и расчетам с применением компьютерных технологий. Умение использовать компьютерные технологии при проектировании нефтегазового и иного оборудования позволит в последующей профессиональной деятельности разрабатывать оптимальные конструкции с минимальной массой и стоимостью и сократить продолжительность разработки проектов.

При изучении дисциплины студенты наряду с другими осваивали следующие направления:

- проведение расчетов с использованием программных модулей,
- создание проектов нефтегазовых машин и оборудования с использованием конструкторских пакетов 3D моделирования, в частности конструкторского пакета Компас 3D.

Эти направления соответствуют следующим компетенциям Государственного стандарта:

Профессиональные:

способен разрабатывать техническую и нормативную документацию для машиностроительного производства, испытания, модернизации, эксплуатации, технического и сервисного обслуживания и ремонта горных машин и оборудования различного функционального назначения с учетом требований экологической и промышленной безопасности (ПК-1.1).

способен работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования горных машин и оборудования, реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня техники, обеспечению конкурентоспособности горных машин и оборудования в современных экономических условиях (ПК-1.6)

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- возможности программных продуктов для применения их в профессиональной деятельности при создании и эксплуатации проектов объектов горной отрасли;
- этапы разработки технической и нормативной документации для объектов горного производства;
- возможности пакетов программных продуктов для выполнения профессиональных задач

Уметь:

- применять программные продукты в профессиональной деятельности при создании проектов и эксплуатации объектов горной отрасли;
- разрабатывать техническую и нормативную документацию для горного производства;
- применять пакеты программных продуктов для выполнения профессиональных задач

Владеть:

- навыками применения программных продуктов в профессиональной деятельности при создании проектов и эксплуатации объектов горной отрасли;
- навыками разработки технической и нормативной документации для горного производства;
- возможности пакетов программных продуктов для выполнения профессиональных задач.

Указания к выполнению

Практические занятия выполняются под руководством преподавателя на примере создания 3Д деталей, формирования сборочных единиц и оформления чертежей.

Создание указанных документов демонстрируется преподавателем на экране через проектор, студенты повторяют и задают вопросы и появлении затруднений.

Для обучения выбрано упражнение, приведенное в приложении.

Пример выполнения первой детали.

Создание 3Д модели детали «Планка» и оформление чертежа

1. ***Начало создания детали.*** После загрузки системы Компас (рис. 2.1) выполняется щелчок по значку «Деталь» - появится окно редактора создания

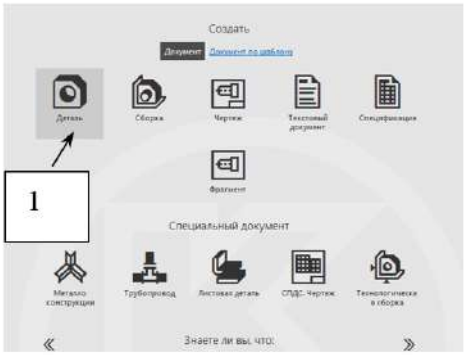


Рис. 2.1. Начальное окно

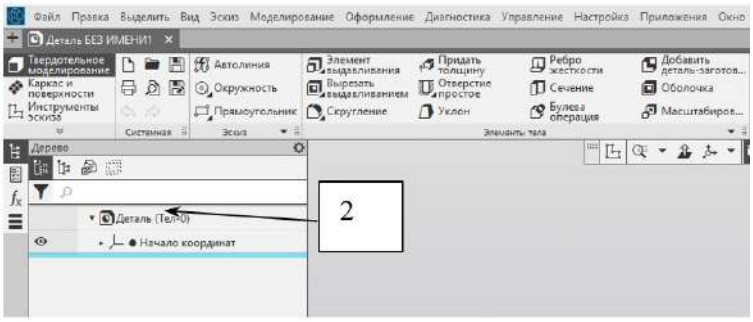


Рис. 2.2. Окно документа «Деталь»

детали (рис. 2.2).

2. ***Настройка свойства детали***: двойной щелчок по «Деталь» (2) в дере-

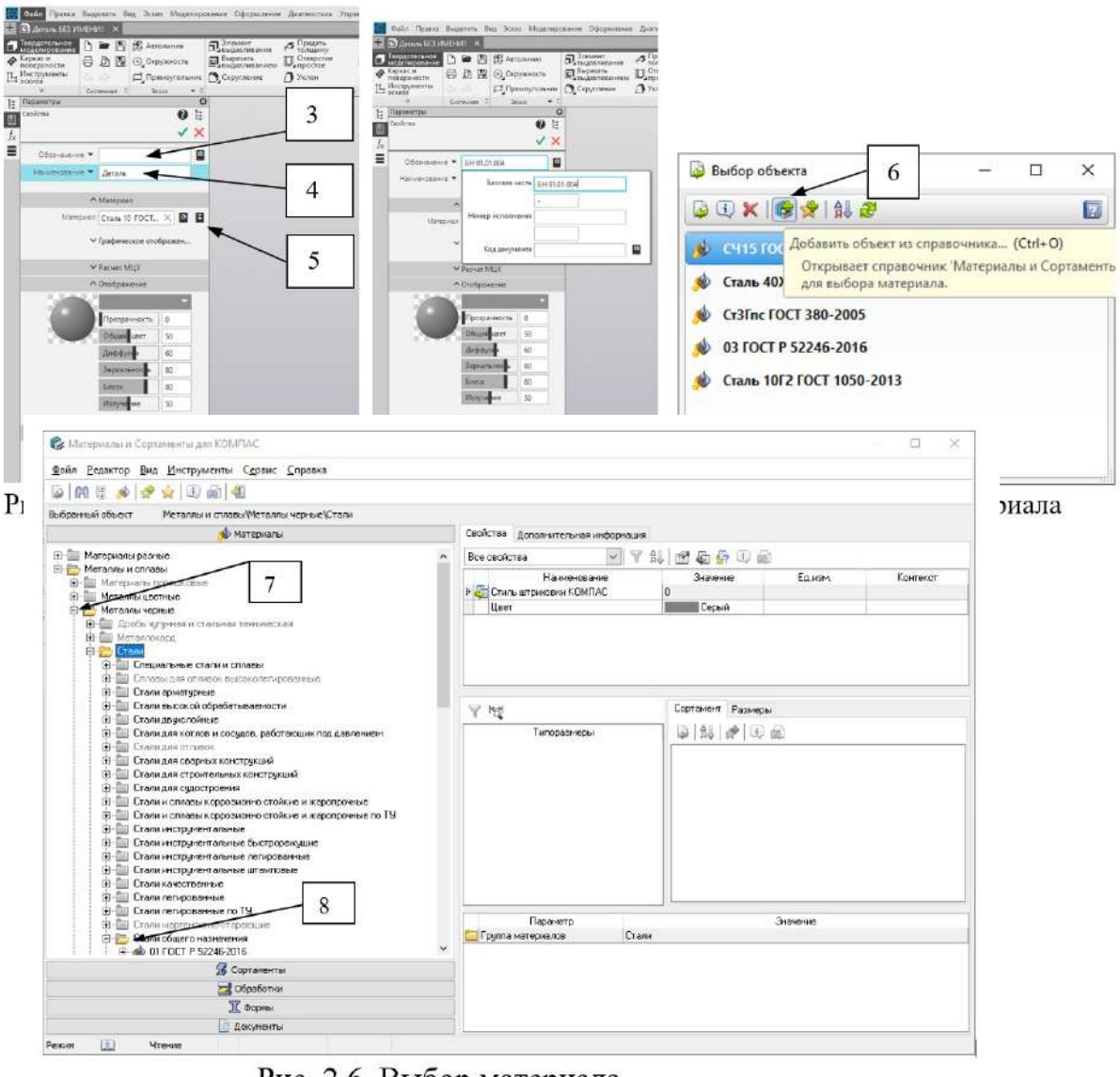


Рис. 2.6. Выбор материала

ве – появится окно свойств (рис. 2.3). Щелчком по окну «Обозначение» (2) вызовем окно ввода (рис. 2.4) и впишем в окно базовой части обозначение для передачи его в последующем в штампы чертежей и спецификацию БН 01.01.004. В окно «Наименование» впишем наименование детали «Планка». Щелчком по кнопке «Выбрать материал из справочника» (5) – на окно выведется окно выбора материала (рис. 2.5), в списке будут материалы, с которыми уже выполнялась работа. Если требуется материал, которого нет в этом списке, то необходимо щелкнуть по кнопке «Добавить материал из справочника» (6) – на экран выведется окно (рис. 2.6). В этом окне необходимо щелкнуть по знаку «+» против нужного материала (7), (8). Ели деталь изготовляется из выпускаемого сортамента, то необходимо распахнуть (щелкнуть по «+» против марки материала), распахнуть нужный сортамент (на рис. 2.7 выбрана полоса). Щелчками нужно щелчками отметить выбор (9), (10), (11), щелкнуть по строке «Полоса» (13) и завершить выбор щелчком по кнопке «Выбрать» (13).

3. ***Сохранение файла***: щелкнуть по кнопке «Сохранить» и в проводнике выбрать маршрут для папки, в которой будут храниться все файлы создаваемого объекта. Для сохранения предлагается имя файла, включающего обозначение и наименование детали. Это очень удобно для поиска нужного файла – на чертеже детали имеется в штампе обозначение и наименование такое же имя, что и файла.

4. ***Разработка проекта создания детали планка*** (рис. 2.8). Этот этап является очень важным и позволяет сократить время проектирования объекта. При разработке проекта определяются из каких элементов будет состоять деталь, какие эскизы потребуются для каждого элемента, где должна располагаться исходная точка.

Рассмотрим проект нашей детали планка. Планку можно создать несколь-

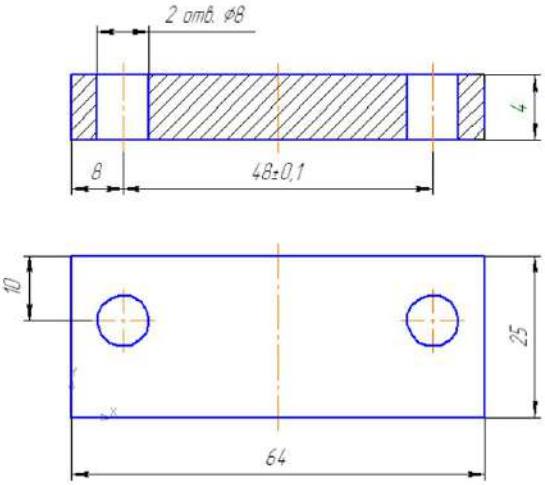


Рис. 2.8. Эскиз планки

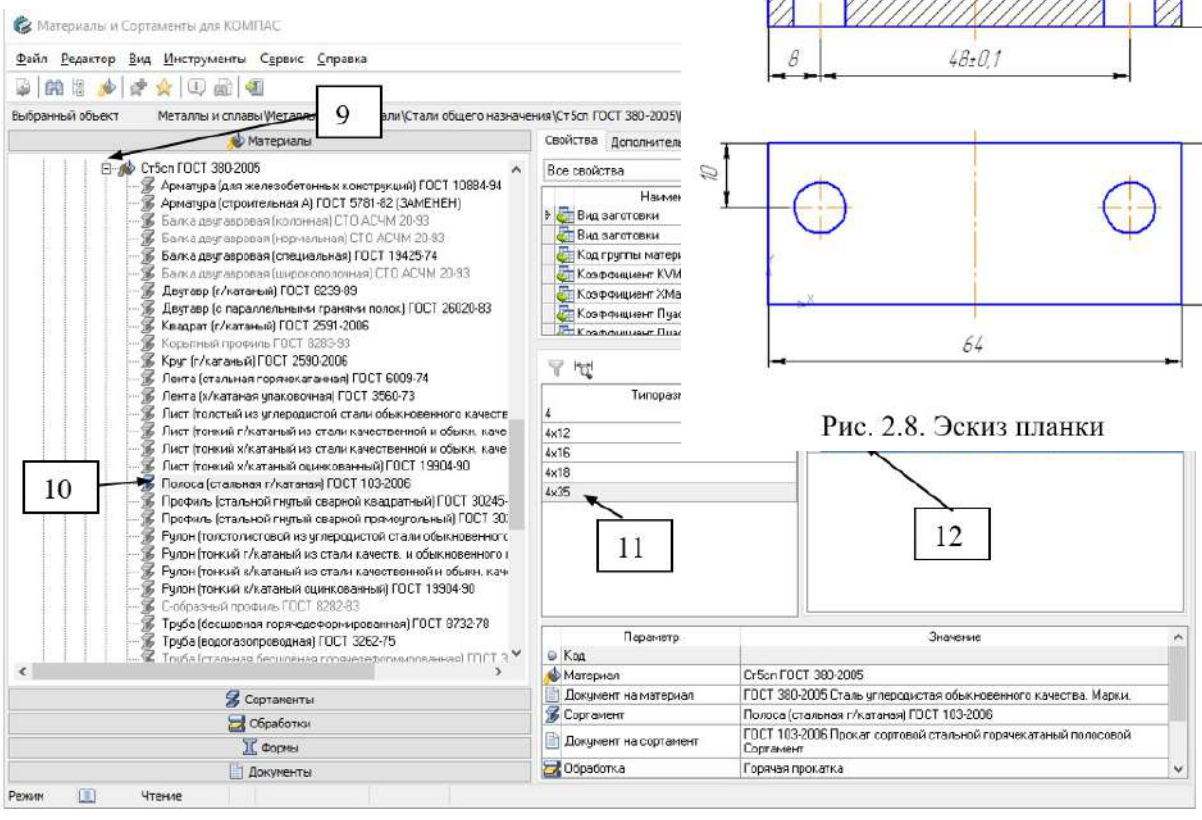


Рис. 2.7. Выбор материала и сортамента

кими способами.

1 - планка состоит из двух элементов: первый представляет собой планка без отверстий и создается элементом выдавливания из эскиза прямоугольника, второй элемент отверстия создается операцией вырез выдавливанием из эскиза включающего две окружности, исходная точка на оси симметрии планки.

2 - планка состоит из трех элементов: первый представляет собой планка без отверстий и создается элементом выдавливания из эскиза прямоугольника, второй элемент одно отверстие создается операцией вырез выдавливанием из эскиза включающего окружность, исходная точка на оси симметрии планки.

3 - планка состоит из одного элемента собственно : первый представляет собой планка без отверстий и создается элементом выдавливания из эскиза прямоугольника, второй элемент одно отверстие создается операцией вырез выдавливанием из эскиза включающего окружность, исходная точка на оси симметрии планки, третий элемент образуется операцией зеркального отражения второго элемента, исходная точка на оси симметрии планки.

Первый и второй элементы соответствуют реальному процессу: из полосы фрезой отделяется прямоугольник 64х25, затем на сверлильном станке сверлятся два отверстия диаметром 8. В дереве для первого варианта будет два элемента выдавливания, для второго варианта будет три элемента (два выдавливания и зеркальное отражение).

Третий вариант не соответствует реальному процессу так как за одну операцию отрезается прямоугольник и сразу же появляются отверстия. Достоинством такого варианта всего одна операция, недостатком – более сложный эскиз. Целью учебного курса является обучение всем возможностям системы Компас, для этой цели большие обучающие функции будут у третьего варианта. При создании эскиза будут рассмотрено применение ограничений. Применение массивов с зеркальным отражением рассмотрим на других примерах.

5. Создание эскиза. Для детали по третьему варианту эскиз соответсвует виду сверху (рис. 2.8). Эскиз создается на стандартной плоскости и чтобы проще было создавать чертеж для него выберем плоскость «Сверху». Для выбора плоскости на панели быстрого доступа (рис. 2.9) распахиваем вкладку «Ориентация» (14), щелчок по пиктограмме вида сверху (15) – к нам

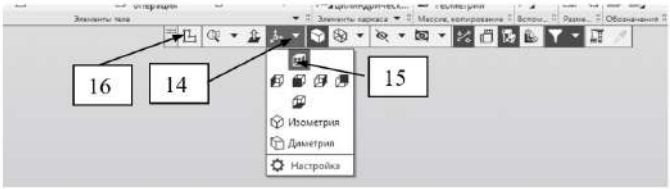


Рис. 2.9. Панель быстрого доступа

повернется плоскость, соответсвующая виду сверху. Это плоскость ХУ (синяя). Щелчком выделим плоскость (появятся маркеры), затем щелчком по кнопке «Эскиз» (16) входим в редактор.Информация, что мы находимся в эскизе: в дереве появится строка «Эскиз 1» с замочком, а в правом верхнем угле появится знак эскиза.

6. ***Построение эскиза***. Щелчок по кнопке «Прямоугольник» (17), прорисуем основным типом линии прямоугольник чуть выше исходной точки

(18). Значение высоты и ширины прямоугольника вводить не нужно, так как все равно будут устанавливаться размеры и значения лучше задавать размерам, это будет быстрее.

Проставим размеры: щелчок по кнопке авторазмеры (19), наводим на сторону прямоугольника и когда сторона приобретет красный цвет, нажимаем левую кнопку, отводим курсор выше (ниже) стороны и выполняем щелчок, появится окно ввода значения, с клавиатуры набираем значение, после нажатия клавиши Enter или щелчка по V размер будет задан (20), а прямоугольник изменится. Также проставляем второй размер (рис. 2.10).

Задание ограничений. Если навести курсор на любуя сторону прямоугольника, нажать левую кнопеу и, не отпуская ее, переместить мышь, то увидим, что прямоугольник переместится относительно исходной точки. Почему нужно запрещать такое перемещение?. При смещении эскиза сместится также вид чертежа по этой детали, т. е. чертеж может стать невозможным для применения при изготовлении детали. Может также испортится сборка, если для фиксации компонентов применялись плоскости. Исходя из этого прямоугольник нужно закрепить к исходной точке. Закремеление можно выполнить размерами, но по требованиям ЕСКД «лишние» размеры не

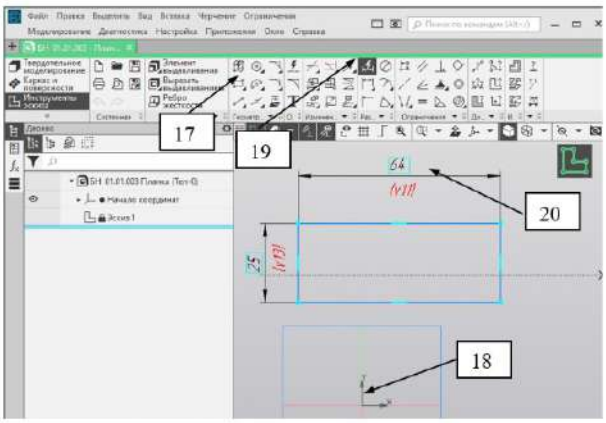


Рис. 2.10. Создание эскиза

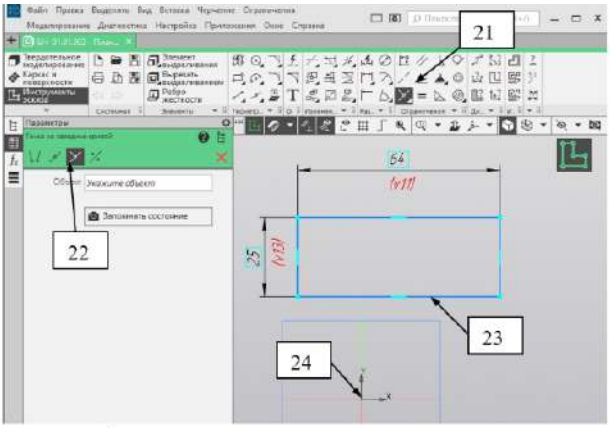


Рис. 2.11. Задание ограничений

допускаются. Система Компас для реализации требуемых построений имеет очень мощный инструмент «Ограничения». Часть ограничений устанавливаются автоматически, говорят, «по умолчанию». Так в прямоугольнике присутвуют ограничения: перпендикулярности между сторонами, горизонтальности и вертикальности. Другие же ограничения задаются командами. Кнопки запуска команд находятся на вкладке «Ограничения». Прямоугольник можно закрепить несколькими способами: использованием ограничения выравнивания средних точек сторон и исходной точки, использованием совпадения средины нижней стороны прямоугольника и исходной точки и другими. Для установления ограничения щелчок по кнопке «Объединение точек» (21) (рис. 2.11), выбрать «Точка на средине кривой», навести на линию и когда ана станет красной щелкнуть (23), щелкнуть по исходной точке (24) – прямоугольник переместится в исходную точку и закрепится в ней срединой нижней стороны, теперь уже не удастся перетащить прямоугольник относительно исходной точки.

7. ***Создание элемента.***

7.1. *Прием для сниджения времени создания.* При создании сложных эскизов возможны ошибки, при наличии которых элемент не получится создать. Таким грубыми ошибками будут наличие пересечений. Если провести одну основную линию поверх другой основной линии, то это будет грубая ошибка. Зрительно увидеть такую ошибку невозможно. Поиск ошибок занимает зачастую больше времени, чем создание нового эскиза. Как сократить время на поиск ошибок?. Можно порекомендовать следующий прием: вначале созавать не весь эскиз, а только первую очередь, завершить ее созданием элемента, потом вернуться в этот же эскиз, дополнить его новыми элементами и снова проверить его в элементах. Такой прием позволить уменьшать область поиска ошибок. Если после первой очереди ошибок не было, а после второй появилась, то ошибки будем искать во второй очереди эскиза.

7.2. Для создания элемента щелчок по кнопке «Элемент выдавливания» (25) на вкладке «Элемента, тела», в появившеся окне параметров зададим расстояние 4 (26), после щелчка по V и X получим планку без отверстий.

7.3. *Возврат в эскиз* для его дополнения (корректировки). Навести курсор в дереве на наименование «Эскиз 1», правый щелчок (29), из контексного меню выбрать «Открыть» (30) – выполнится возврат в эскиз..

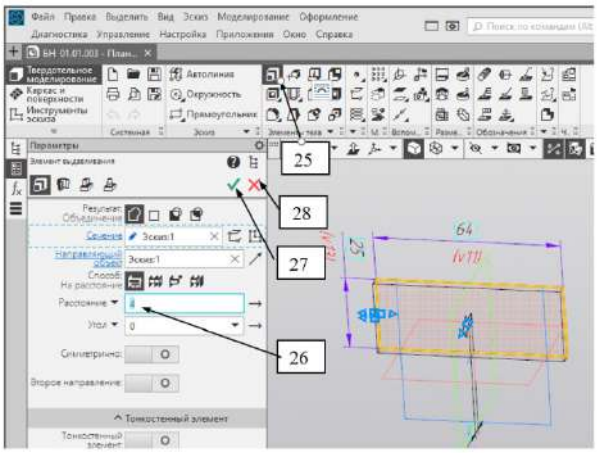


Рис. 2.12. Создание элемента

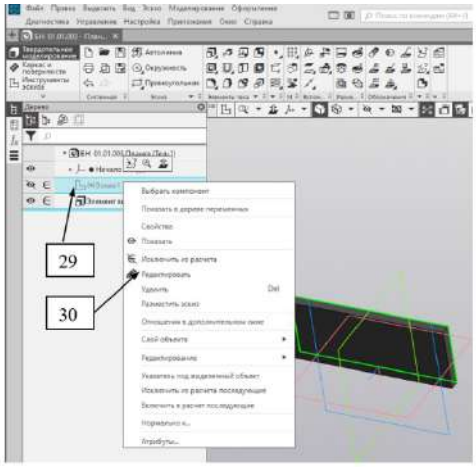


Рис. 2.13. Редактирование эскиза

7.4. *Дополнение эскиза.* Выбираем «Окружность» (31), прорисовываем две окружности не задавая диаметра в окне свойств (32), (33) (рис. 2.14).. Одну окружность образмериваем: щелчок по кнопке «Авторазмер» (34), наводим курсор на окружность и, когда цвет окружности изменится на красный, щелкаем, отводим в сторону и снова щелчок, вводим с клавиатуры значение 8, для задания размера относительно сторон прямоугольника щелчок по центру окружности, наводим курсор на сторону прямоугольника и, когда цвет линии стороны изменится на красный, щелкаем, отводим в сторону и снова щелчок, вводим с клавиатуры значение 8 относительно левой стороны и 10 относительно верхней стороны. Все размеры окружности заданы.

Задание ограничений для второй окружности.

Задать размеры для второй окружности несложно и не займет больше времени, чем задание ограничений, но по правилам ЕСКД избыточные размеры недопустимы, кроме того, при использовании 3Д моделей повторные размеры могут привести к грубым ошибкам. При редактировании пользователь найдет первый размер у окружности и изменит его, а второй размер не будет искать, в результате на чертеже одна окружность изменится, а вторая останется прежней. Исходя из этого размеры для второй окружности не ставятся, а требуемое положение и диаметр устанавливаются ограничениями.

Исключение размера диаметра. На вкладке ограничения щелчок по кнопе «Равенство» (36) (рис. 2.15), щелчок по первой окружности (37), а затем по второй (38) – окружности станут одинаковыми и у них появится по две дуги, обозначающие срабатывание равенства.

Исключение размера 10 от стороны прямоугольника. Чтобы исключить повторение размера 10 выполняем щелчок по кнопке «Выравнивание» (39), щелчок по центру одной окружности (40) и по центру другой (41) – центры выровняются по горизонтали и появится пунктирная линия, обозначающая ограничение выравнивания.

Исключение размера 8 от стороны прямоугольника. Ограничения, которым бы удалось исключить этот размер без дополнительных построений нет, но если провести две тонкие линии, соединяющие углы прямоугольника с центрами окружностей. То можно будет применить ограничение равенства. Щелчок по элементу эскиза «Отрезок» (42), выберем тип линии «Тонкая» (43), проводим отрезок от центра первой окружности до угла прямоугольника (44) и также для второй (45) (рис. 2.16), щелчок по знаку равенства (36), щелчок по первому отрезку и по второму отрезку – вторая окружность сместится на расстояние 8 мм от правой стороны.

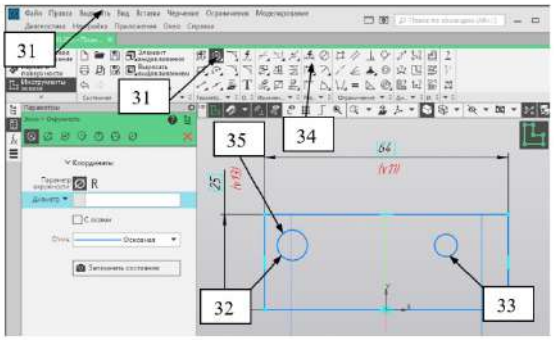


Рис. 2.14. Дополнение эскиза

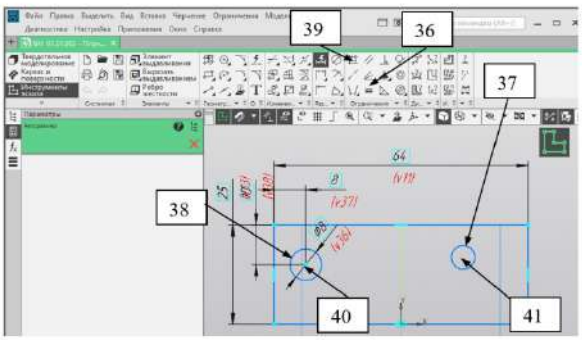


Рис. 2.15. Дополнение эскиза

Завершение дополнения эскиза. Щелчок по кнопке эскиза (46) – выполнится возврат в объемную деталь. Повторять команду создания элемента **не нужно**.

7.5. *Вывод размеров на объемную модель*. Введенные в эскизе размеры не видны на детали и их нельзя передавать на чертеж. Для отображения размеров: меню «Оформление» (47), выбрать «Производные размеры» (48) (рис. 2.17).

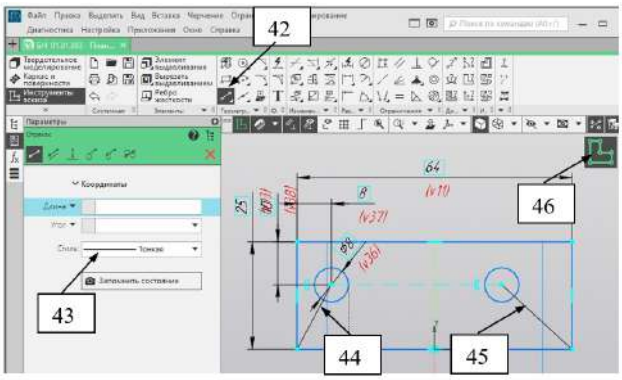


Рис. 2.16. Дополнение эскиза

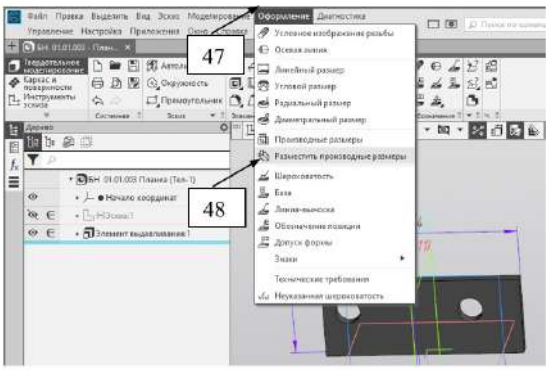


Рис. 2.17. Вывод размеров

В появившемся окне параметров распахнем «Дерево» (49) (рис. 2.18), щелчками в дереве щелчками выделим элементы, размеры которых нужно отобразить (50) – в окне «Объекты» появятся выбранные элементы (51). Щелчками по V (52) и X завершаем – на детали появятся размеры (рис 2.19).

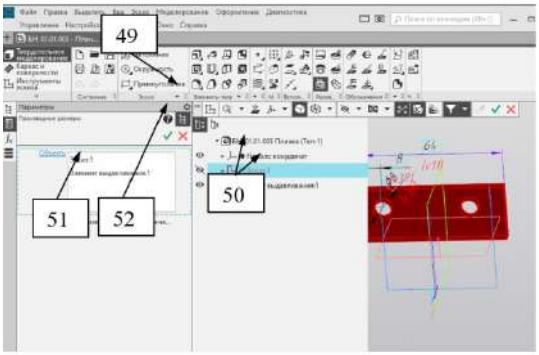


Рис. 2.18. Выбор объктов

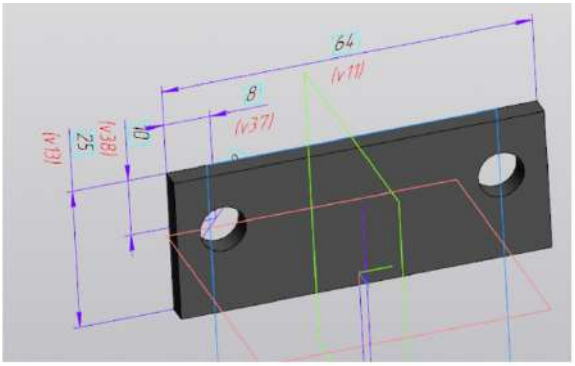


Рис. 2.19. Деталь с выводенными размерами

8. ***Редактирование детали.*** Изменение размеров детали осуществляется изменением значений размеров. Для этого двойной щелчок по нужному размеру, с клавиатуры выполняется ввод нового значения и после щелчка по V деталь изменится.

9. ***Редактирование информации в размерах.*** Размеры, выведеные на 3Д могут быть переданы на чертеж, если включить соотвествующую команду. На чертеже некоторые размеры по требованиям ЕСКД должны выводиться в ином виде. Так фаску принято обозначать «4x45°». На чертеже редактировать выведенные размеры нельзя, их можно только скрыть и проставить новые. Требуемый для чертежа вид размеров необходимо оформить в эскизах. Для фаски в поле «Текст после» дописать «x45°». В эскизе не требуется ставить знак диаметра, а на чертеже знак должен быть, добавка знака в размер выполняется в

поле «Текст до». Для корректировки размера: вернуться в эскиз, щелкнуть по размеры, в окне свойств найти нужное поле и добавить информацию.

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ «ПЛАНКА»

1. ***Проект оформления чертежа.*** На чертеже должен присутствовать вид сверху и разрез по центрам отверстия. Планка предназначена для стопорения от проворачивания, прикручивается винтами к поверхности вилки. Для стопорения планка входит в прорезь оси, зазор 0,5 мм, поэтому никаких точных посадок и допусков форм не требуется.

2. ***Способы создания чертежа.*** Вид сверху может быть установлен двумя способами щелчком по кнопке «Создать чертеж по модели» - при этом откроется пустой чертеж и окно параметров для выбора вида, указания масштаба и др. Второй способ открывается новый документ «Чертеж», настраивается формат, затем выполняется вставка или трех стандартных видов или одного вида.

3. ***Вставка вида сверху.*** Рассмотрим второй способ. Через меню «Файл», «Создать», «Чертеж» - появится чертеж с форматом А4 (если ранее в настрой-

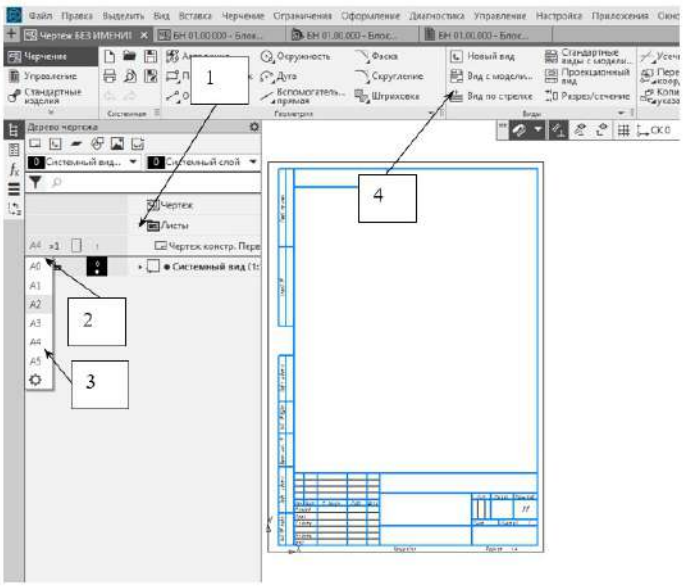


Рис. 3.1. Настройка формата листа

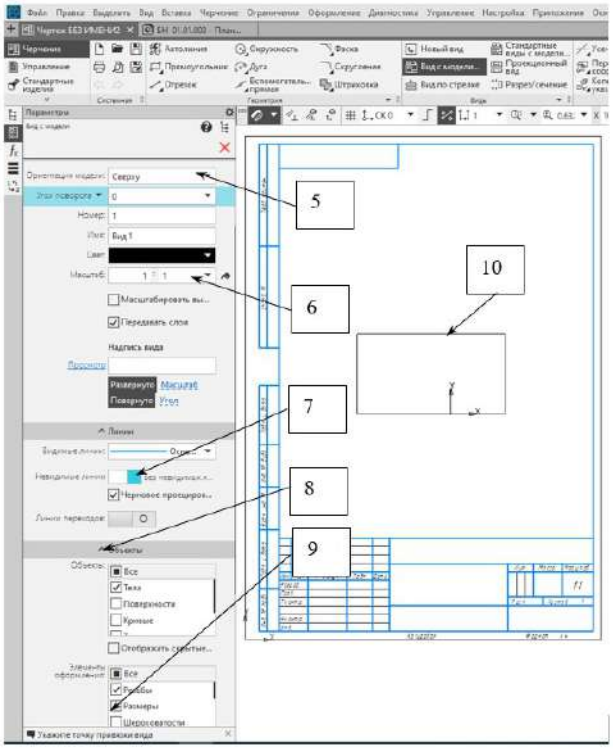


Рис. 3.2. Задание параметров вида

ках не указан другой формат). Для выбора нужного формата (в нашем случае А4 поэтому настройки не требуется) распахнем «Листы» (1), щелкнем по А4 (2), укажем нужный формат (3), щелкнем по ориентации. Для вставки вида: щелчок по кнопке «Вид с модели» (4) (рис. 3.1), укажем деталь планка, в окне параметров распахнем поле «Ориентация модели» и выберем вид «Сверху» (5), если требуется распахнем «Масштаб» и выберем нужный (6), если нужно выво-

дить невидимые линии, переключим переключатель (7), распахнем «Объекты», если нужно вывести размеры, то поставим отметку в поле «Размеры» (9), наведем прямоугольник вида в нужное место листа и щелчком закрепим его (10).

4. ***Создание разреза АА***. Щелчок по кнопке «Разрез» (11), прицелиться против центра отверстия, по которому проводится линия разреза чуть левее вида, щелкнуть (12) , прицелиться также против правого отверстия правее вида и также щелкнуть (13), сместить мышь низ, чтобы стрелка разреза смотрела вверх и щелкнуть, отвести вид разреза вверх и щелчком закрепить разрез (рис. 3.3) – на чертеже появится разрез.

5. ***Оформление чертежа***. Включим параметрический режим щелчком по соответсвующей кнопке (15).

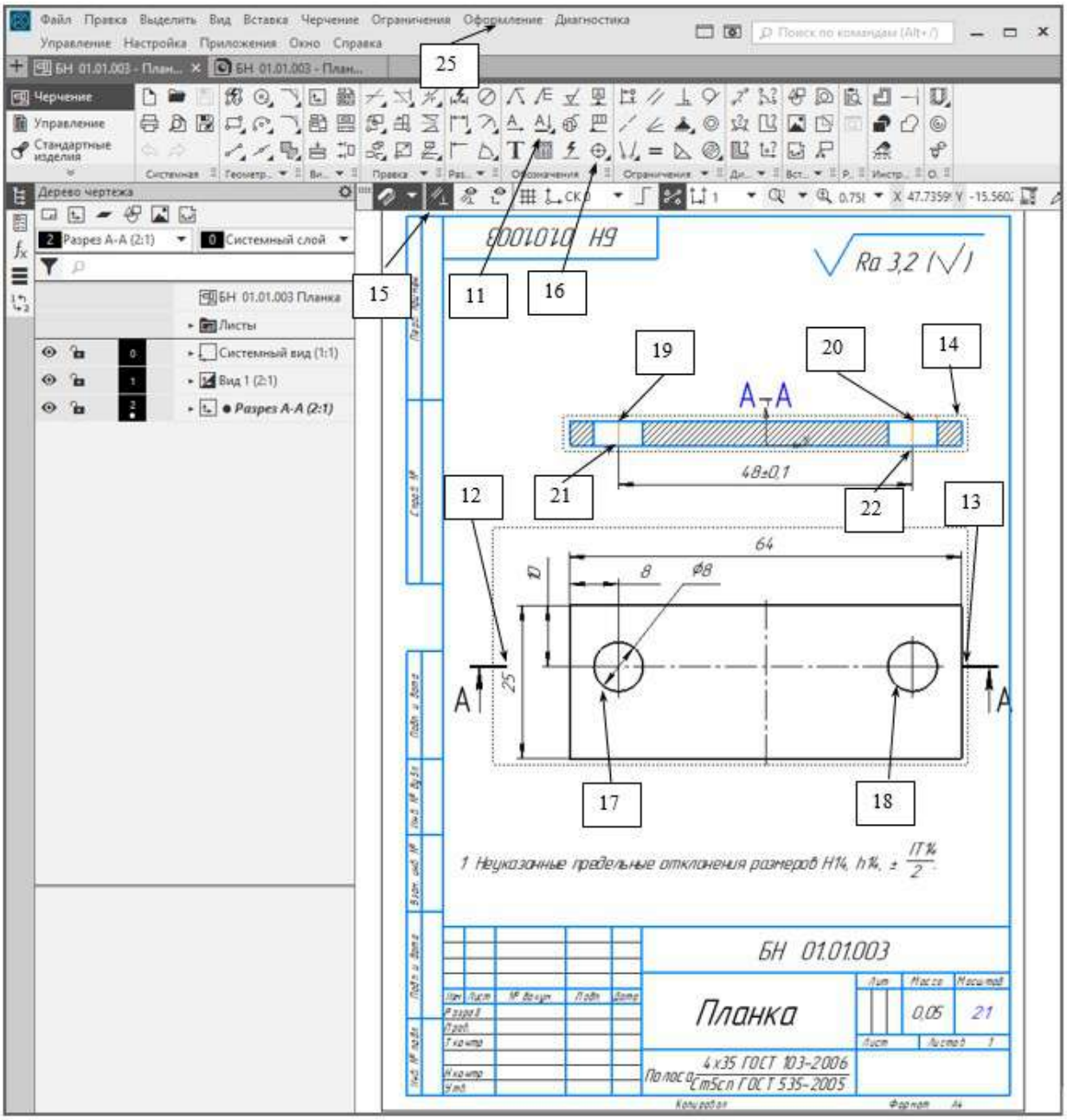


Рис. 3.3. Создание разреза.

Вставка обозначения центра: щелчок по кнопке «Обозначение центра» (16) на вкладке «Оформление», навести на окружность (17), (18), выбрать движением мыши нужное направление (для горизонтального положения держать нажатой клавишу Shift), щелчком закрепить положение.

Простановка осевых линий. Распахнуть панель «Обозначения» и выбрать «Осевая» щелкнуть по точке, откуда должна начинать осевая, а затем по второй точке, в которой осевая будет заканчиваться – между ними появится осевая.

6. ***Простановка размеров***. На созданном чертеже часть размеров переданы с модели, но там не было расстояния между отверстия. Дополняют размеры нужно при включенном параметрическом режиме. При простановке в параметрическом режиме при изменени размеров модели размеры на чертеже изменятся соответственно. Для размера выбираем «Аторазмер», щелкнем по точкам между которыми ставится размер, затем нажмем любую клавишу кроме пробела – появится окно настройки размера. Вэтом окне можно указать знак диаметра. Для задания отклонения ±0,1 выполняем щелчок по кнопке ±, в появившемся окне (рис. 3.4) вводим значения (23), (24).

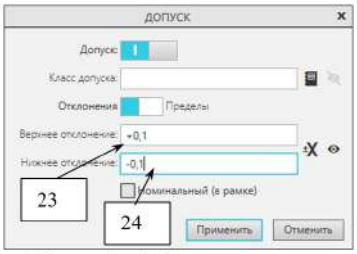


Рис. 3.4. Задание отклонений

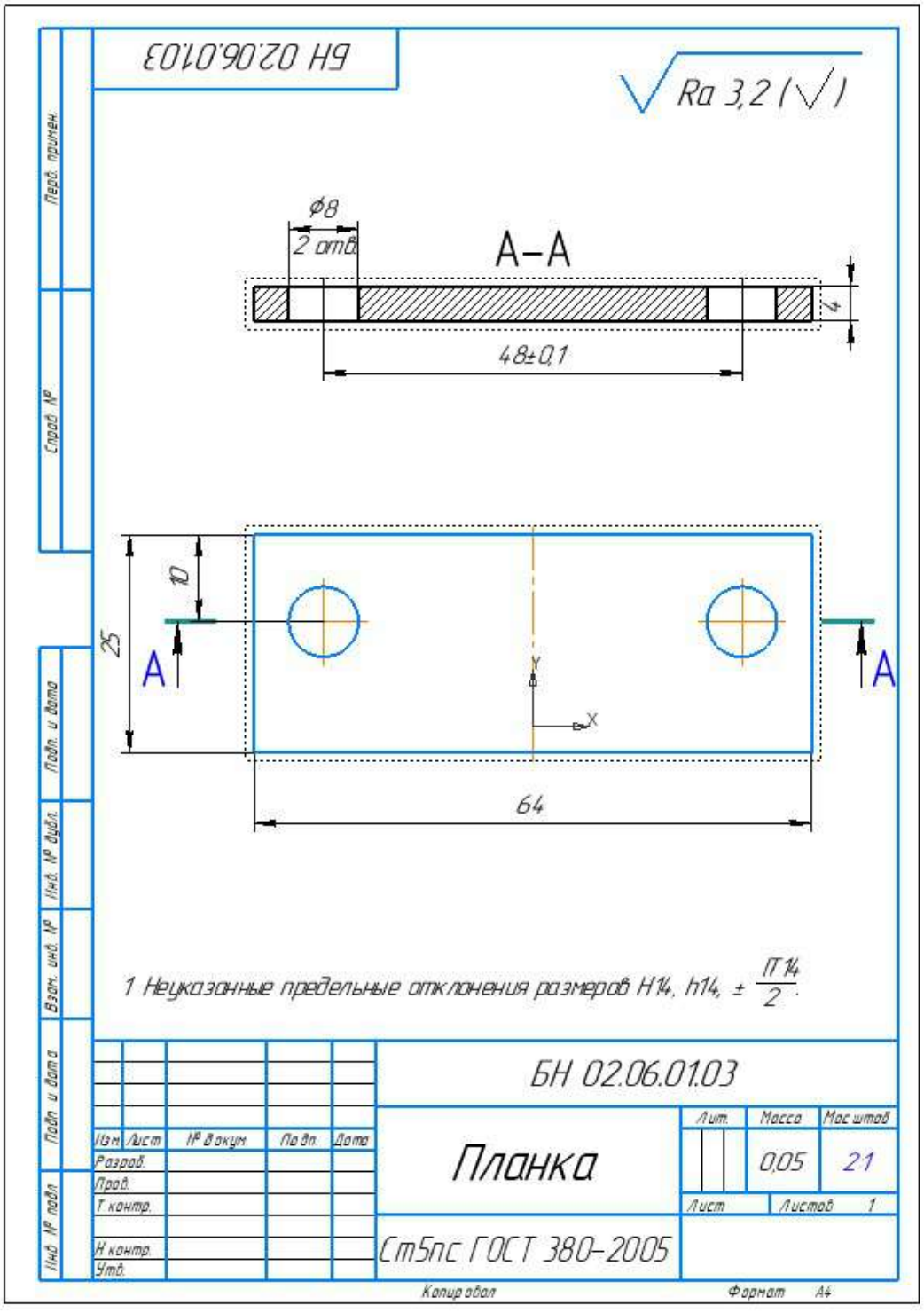
7. ***Редактирование информации в размерах.*** В п. 3 показано, как передать размеры из эскиза и элементов в чертеж. На чертеже некоторые размеры по требованиям ЕСКД должны выводиться в ином виде. Так фаску принято обозначать «4x45°». На чертеже редактировать выведенные размеры нельзя, их можно только скрыть и проставить новые. Требуемый для чертежа вид размеров необходимо оформить в эскизах. Для фаски в поле «Текст после» дописать «x45°». В эскизе не требуется ставить знак диаметра, а на чертеже знак должен быть, добавка знака в размер выполняется в поле «Текст до». Для корректировки размера: вернуться в эскиз, щелкнуть по размеры, в окне свойств найти нужное поле и добавить информацию.

8. ***Заполнение штампа***: выполнить двойной щелчок по штампу, заполнить поля и завершить щелчком по V.

9. ***Задание*** неуказанной шероховатости: щелчок по пункту меню «Оформление» (25), выбор «Неуказанная шероховатость», «Ввод», в окне свойств щелчок по полю «Текст», - в значке шероховатости выполняем двойной щелчок по активному полю и появившейся форме выбираем Ra или Rz , а затем значение шероховатости 3,5, выполняем щелчок по кнопке V .

10. ***Ввод технических требований***: щелчок по пункту меню «Оформление» (25), выбор «Технические требования», «Задать», в появившейся форме ввести необходимое. Если можно ввести типовой текст, то нужно выполнить правый щелчок, выбрать «Типовой текст», распахнуть «Технические требования», «Общие», найти нужный текст и выполнить по нему двойной щелчок. Иногда технические требования размещаются не над штампом, а слева от листа. Для переноса необходимо «Оформление» (25), выбор «Технические требования», «Разместить», поджать рамку с техническими требованиями и перетащить над штамп.

11. ***Сохранить*** чертеж: выполнить щелчок по кнопке «Сохранить» - будет предложено имя, такое же как и у детали.


БН 02.06.01.03
Ra 3,2
ф8
2 отв.
А–А
4
48±0,1
10
25
А
А
Y
X
64
1 Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, ± IT14/2.
БН 02.06.01.03
Планка
Лит.
Масса
Масштаб
0,05
2:1
Лист
Листов 1
Ст5пс ГОСТ 380–2005
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.В.06 КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Шестаков В.С., канд.техн.наук, профессор

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лагунова Ю. А.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 31.08.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 3

1. Повторение материала лекций 4

2. Самостоятельное изучение тем 5

3. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям 6

4. Выполнение самостоятельного домашнего задания 7

4.1. Задания для самостоятельной работы 7

4.2. Порядок выполнения. 7

4.3. Оформление и порядок защиты 7

5. Подготовка и написание контрольной работы 7

Литература 8

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проектирование технических объектов выполняется полностью на ЭВМ, что привело к использованию понятия автоматизированное проектирование. Выпускники университета должны уметь работать на ЭВМ в текстовых и графических редакторах, конструкторских пакетах, позволяющих выполнять проектирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов.

Цель самостоятельной работы: обучение студентов проектированию и расчетам с применением компьютерных технологий. Умение использовать компьютерные технологии при проектировании объектов машиностроения позволит в последующей профессиональной деятельности разрабатывать оптимальные конструкции с минимальной массой и стоимостью и сократить продолжительность разработки проектов.

В методических указаниях приведен один из вариантов типового задания для самостоятельной работы, практикуется применение индивидуальных заданий, соответствующих выбранному студентом направлению будущей работы. Такими заданиями являются разработка проекта отдельных механизмов и узлов экскаваторов, дробилок, буровых установок и т.п.

Соответствие самостоятельной работы компетенциям Государственного стандарта.

При изучении дисциплины студенты наряду с другими осваивали следующие направления:

- проведение расчетов с использованием программных модулей,
- создание проектов объектов машиностроения с использованием конструкторских пакетов 3D моделирования, в частности конструкторского пакета Компас 3D.

Эти направления соответствуют следующим компетенциям Государственного стандарта:

способен разрабатывать техническую и нормативную документацию для машиностроительного производства, испытания, модернизации, эксплуатации, технического и сервисного обслуживания и ремонта горных машин и оборудования различного функционального назначения с учетом требований экологической и промышленной безопасности (ПК-1).

способен работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования горных машин и оборудования, реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня техники, обеспечению конкурентоспособности горных машин и оборудования в современных экономических условиях(ПК-6)

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- возможности программных продуктов для применения их в профессиональной деятельности при создании и эксплуатации проектов объектов горной отрасли;
- этапы разработки технической и нормативной документации для объектов горного производства;
- возможности пакетов программных продуктов для выполнения профессиональных задач

Уметь:

- применять программные продукты в профессиональной деятельности при создании проектов и эксплуатации объектов горной отрасли;
- разрабатывать техническую и нормативную документацию для горного производства;
- применять пакеты программных продуктов для выполнения профессиональных задач

Владеть:

- навыками применения программных продуктов в профессиональной деятельности при создании проектов и эксплуатации объектов горной отрасли;

- навыками разработки технической и нормативной документации для горного производства;

- возможности пакетов программных продуктов для выполнения профессиональных задач.

1. ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЛЕКЦИЙ

Тема 1: Общие сведения о графических конструкторских пакетах, о пакетах прочностного анализа.

Конструкторские пакеты 2D и 3D моделирования AutoCAD, Компас, SolidWorks, достоинства 3D моделирования по сравнению с пакетами «плоского» создания чертежей[4-6].

Тема 2: Графический пользовательский интерфейс конструкторского пакета трехмерного параметрического моделирования.

Начальное окно, окна при работе в эскизах, панели инструментов[4-6]..

Тема 3: Основные понятия и принципы работы в конструкторском пакете трехмерного параметрического моделирования.

Понятие о плоскостях, открытие эскиза, параметризация, простановка размеров. Создание деталей в конструкторском пакете трехмерного параметрического моделирования. Создание проекта деталей. Выбор начального элемента. Основные операции «выдавливания», «поворота», «кинематическая», «по сечениям»[4-6]..

Тема 4: Использование параметрических связей в эскизах, деталях и сборочных единицах.

Связи при простановке размеров, использование переменных для деталей и сборочных единиц[4-6]..

Тема 5: Создание 3D моделей деталей в конструкторских пакетах.

Выбор плоскости для первого эскиза. Требование к эскизам. Применение операций выдавливания, поворота, кинематической и по сечениям. Построение граней предыдущих элементов для построения эскиза[1,4-6]..

Тема 6: Создание сборок в конструкторском пакете.

Выбор первой детали, фиксация ее, вставка детали в сборку, задание сопряжений[1, 4-6].

Тема 7: Построение чертежей трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.

Создание рабочих чертежей по 3D моделям деталей. Создание сборочных чертежей, оформление спецификаций[1, 4-6]..

Тема 8: Создание спецификаций.

Оформление позиций на чертежах, расположение спецификаций на сборочных чертежах, формирование связей позиций спецификаций и чертежа[4-6].

Тема 9: Общие сведения о системе автоматизированного расчета и проектирования машин, механизмов и конструкций АРМ WinMachine.

Статический и динамический расчеты. Построение расчетной схемы. Виды элементов для расчетных моделей.Элементы для Понятия и виды опор. Виды нагрузок[2, 3, 8].

Тема 10: Проектирование стержневых конструкций *WinStructure 3D.*

Формирование расчетной стержневой конструкции. Задание закреплений, приложение нагрузок, задание материала, стандартных и пользовательских сечений Примеры расчета балок, рамных конструкций, ферм. Рекомендации по заданию опор, нагрузок[2, 3, 8].

Тема 11: Проектирование пластинчатых конструкций.

Формирование расчетной схемы, задание закреплений, приложение нагрузок, задание материала. Задание толщины, использование пластинчато-стержневых конструкций. Прямоугольные и треугольные пластинчатые элементы. Создание отверстий. Примеры расчета[2, 3, 8].**Тема 12: Расчет напряженно-деформированного состояния объемных тел.**

Расчет деталей и сборочных единиц. Задание контактных сопряжений. Рекомендации по закреплениям и приложению нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

Тема 13: Расчет соединений в модуле APMJoint.

Сварные соединения Болтовые и заклепочные соединения. Формирование расчетной схемы, приложение нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

Тема 14: Расчет соединений в модуле механических передач APMTrans.

Формирование расчетной схемы, приложение нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

2. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ

Тема 1: Общие сведения о графических конструкторских пакетах, о пакетах прочностного анализа.

Конструкторские пакеты 2D и 3D моделирования AutoCAD, Компас, SolidWorks, достоинства 3D моделирования по сравнению с пакетами «плоского» создания чертежей[4-6].

Тема 2: Графический пользовательский интерфейс конструкторского пакета трехмерного параметрического моделирования.

Начальное окно, окна при работе в эскизах, панели инструментов[4-6]..

Тема 3: Основные понятия и принципы работы в конструкторском пакете трехмерного параметрического моделирования.

Понятие о плоскостях, открытие эскиза, параметризация, простановка размеров. Создание деталей в конструкторском пакете трехмерного параметрического моделирования. Создание проекта деталей. Выбор начального элемента. Основные операции «выдавливания», «поворота», «кинематическая», «по сечениям»[4-6]..

Тема 4: Использование параметрических связей в эскизах, деталях и сборочных единицах.

Связи при простановке размеров, использование переменных для деталей и сборочных единиц[4-6]..

Тема 5: Создание 3D моделей деталей в конструкторских пакетах.

Выбор плоскости для первого эскиза. Требование к эскизам. Применение операций выдавливания, поворота, кинематической и по сечениям. Построение граней предыдущих элементов для построения эскиза[1,4-6]..

Тема 6: Создание сборок в конструкторском пакете.

Выбор первой детали, фиксация ее, вставка детали в сборку, задание сопряжений[1, 4-6].

Тема 7: Построение чертежей трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.

Создание рабочих чертежей по 3D моделям деталей. Создание сборочных чертежей, оформление спецификаций[1, 4-6]..

Тема 8: Создание спецификаций.

Оформление позиций на чертежах, расположение спецификаций на сборочных чертежах, формирование связей позиций спецификаций и чертежа[4-6].

Тема 9: Общие сведения о системе автоматизированного расчета и проектирования машин, механизмов и конструкций APM WinMachine.

Статический и динамический расчеты. Построение расчетной схемы. Виды элементов для расчетных моделей.Элементы для Понятия и виды опор. Виды нагрузок[2, 3, 8].

Тема 10: Проектирование стержневых конструкций *WinStructure 3D.*

Формирование расчетной стержневой конструкции. Задание закреплений, приложение нагрузок, задание материала, стандартных и пользовательских сечений Примеры расчета балок, рамных конструкций, ферм. Рекомендации по заданию опор, нагрузок[2, 3, 8].

Тема 11: Проектирование пластинчатых конструкций.

Формирование расчетной схемы, задание закреплений, приложение нагрузок, задание материала. Задание толщины, использование пластинчато-стержневых конструкций. Прямоугольные и треугольные пластинчатые элементы. Создание отверстий. Примеры расчета[2, 3, 8].**Тема 12: Расчет напряженно-деформированного состояния объемных тел.**

Расчет деталей и сборочных единиц. Задание контактных сопряжений. Рекомендации по закреплениям и приложению нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

Тема 13: Расчет соединений в модуле APMJoint.

Сварные соединения Болтовые и заклепочные соединения. Формирование расчетной схемы, приложение нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

Тема 14: Расчет соединений в модуле механических передач APMTrans.

Формирование расчетной схемы, приложение нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ

Тема 5: Создание 3D моделей деталей в конструкторских пакетах.

Выбор плоскости для первого эскиза. Требование к эскизам. Применение операций выдавливания, поворота, кинематической и по сечениям. Построение граней предыдущих элементов для построения эскиза[1,4-6]..

Тема 6: Создание сборок в конструкторском пакете.

Выбор первой детали, фиксация ее, вставка детали в сборку, задание сопряжений[1, 4-6].

Тема 7: Построение чертежей трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.

Создание рабочих чертежей по 3D моделям деталей. Создание сборочных чертежей, оформление спецификаций[1, 4-6]..

Тема 8: Создание спецификаций.

Оформление позиций на чертежах, расположение спецификаций на сборочных чертежах, формирование связей позиций спецификаций и чертежа[4-6].

Тема 10: Проектирование стержневых конструкций *WinStructure 3D.*

Формирование расчетной стержневой конструкции. Задание закреплений, приложение нагрузок, задание материала, стандартных и пользовательских сечений Примеры расчета балок, рамных конструкций, ферм. Рекомендации по заданию опор, нагрузок[2, 3, 8].

Тема 11: Проектирование пластинчатых конструкций.

Формирование расчетной схемы, задание закреплений, приложение нагрузок, задание материала. Задание толщины, использование пластинчато-стержневых конструкций. Прямоугольные и треугольные пластинчатые элементы. Создание отверстий. Примеры расчета[2, 3, 8].**Тема 12: Расчет напряженно-деформированного состояния объемных тел.**

Расчет деталей и сборочных единиц. Задание контактных сопряжений. Рекомендации по закреплениям и приложению нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

Тема 13: Расчет соединений в модуле APMJoint.

Сварные соединения Болтовые и заклепочные соединения. Формирование расчетной схемы, приложение нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8]..

Тема 14: Расчет соединений в модуле механических передач APMTrans.

Формирование расчетной схемы, приложение нагрузок. Примеры расчета[2, 3, 8].

4. ВЫПОЛНЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

4.1. Задания для самостоятельной работы

Задание.По выданным эскизам составить 3D модели детали и оформить рабочие чертежи, выполнить сборку, оформить сборочный чертеж и спецификацию. Задание 3.13 приведено ниже, остальные задания согласно варианту выдаются студентам электронном виде.

Варианты заданий:

1. Задание 1.4
2. Задание 2.7
3. Задание 3.13
4. Задание 4.13
5. Задание 5.16
6. Задание 7.22
7. Задание 8.25
8. Задание 9.28
9. Задание 10.31
10. Задание 11.34
11. Задание 12.37
12. Задание 13.40
13. Задание 14.43
14. Задание 15.46
15. Задание16.49
16. Задание 17.52
17. Задание 18.55
18. Задание 19.58
19. Задание 20.61
20. Задание 21.64
21. Задание 22.89

4.2. Порядок выполнения.

1. По выделенным эскизам создать все детали. Для обозначения наименования применить ГМО 01.3-13.001 (где ГМО-группа; 01-варианта; 3-13-задание; 001 – группа для детали)
2. Для каждой детали оформить рабочие чертежи
3. Создать сборочную единицу
4. Оформить сборочный чертеж
5. Оформить спецификацию.

4.3. Оформление и порядок защиты

Выполненное задание представляется преподавателю в электронном виде.

Защита задания выполняется пояснениями о порядке выполнения деталей, составления сборочных единиц, оформления чертежей. Преподавателем оцениваются пояснения студента и ответы на дополнительные вопросы.

5. ПОДГОТОВКА И НАПИСАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется по темам:

Тема 5: Создание 3D моделей деталей в конструкторских пакетах.[1,4-6]..

Тема 6: Создание сборок в конструкторском пакете.[1, 4-6].

Тема 7: Построение чертежей трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.[1, 4-6]..

Тема 8: Создание спецификаций.[4-6].

Тема 10: Проектирование стержневых конструкций *WinStructure 3D.*[2, 3, 8].

Тема 11: Проектирование пластинчатых конструкций. [2, 3, 8].

Тема 12: Расчет напряженно-деформированного состояния объемных тел.[2, 3, 8]..
Тема 13: Расчет соединений в модуле APMJoint.[2, 3, 8]..
Тема 14: Расчет соединений в модуле механических передач APMTrans.[2, 3, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шестаков В.С. Основы компьютерного конструирования: учебное пособие; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014 – 220 с
2. Замрий А.А. Учебное пособие Практический учебный курс CAD/CAE система APM WinMachine М. 2013; Изд-во АПМ. – 144 с
3. А.В. Шелофаст. Т.Б. Чугунова Основы проектирования машин. Примеры решения задач М. 2004; Изд-во АПМ. – 240 с
4. Справочные материалы конструкторского пакета Компас 3D
5. Сайт с обучающими материалами https://kompas.ru/publications/video/
7. Описание конструкторского пакета Компас 3D.
8. Справочные материалы системы APMWinMacine

Задание 3.13

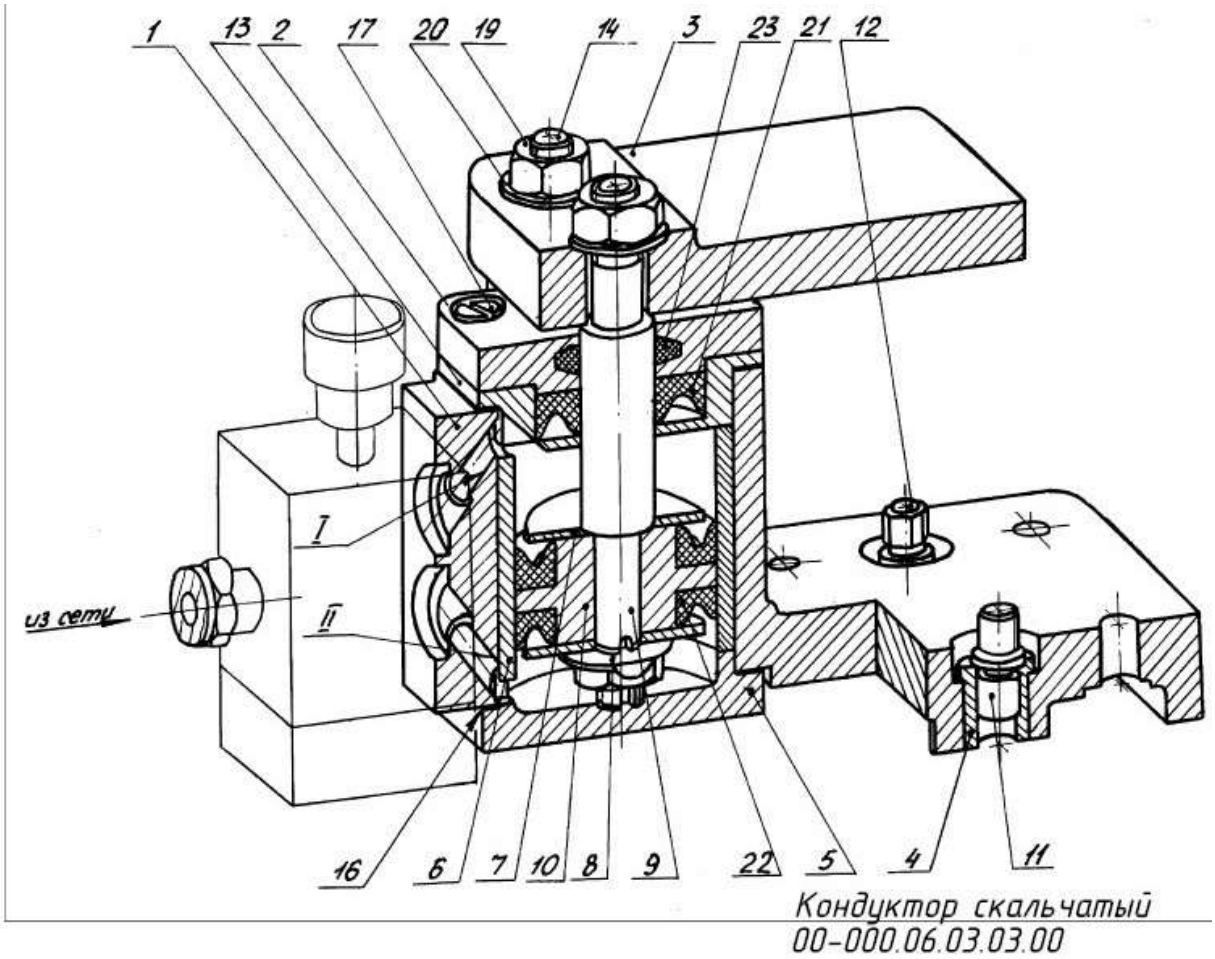
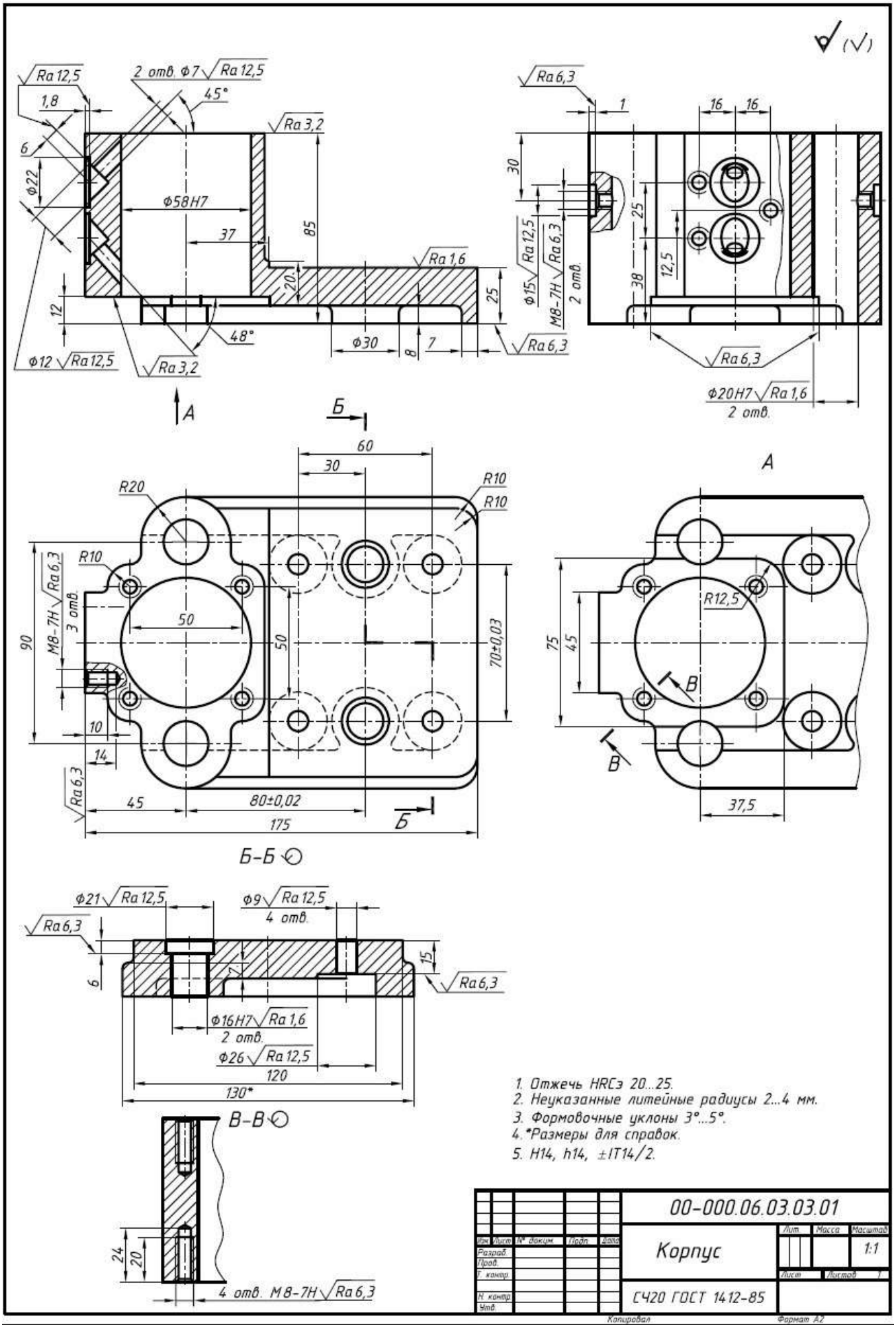
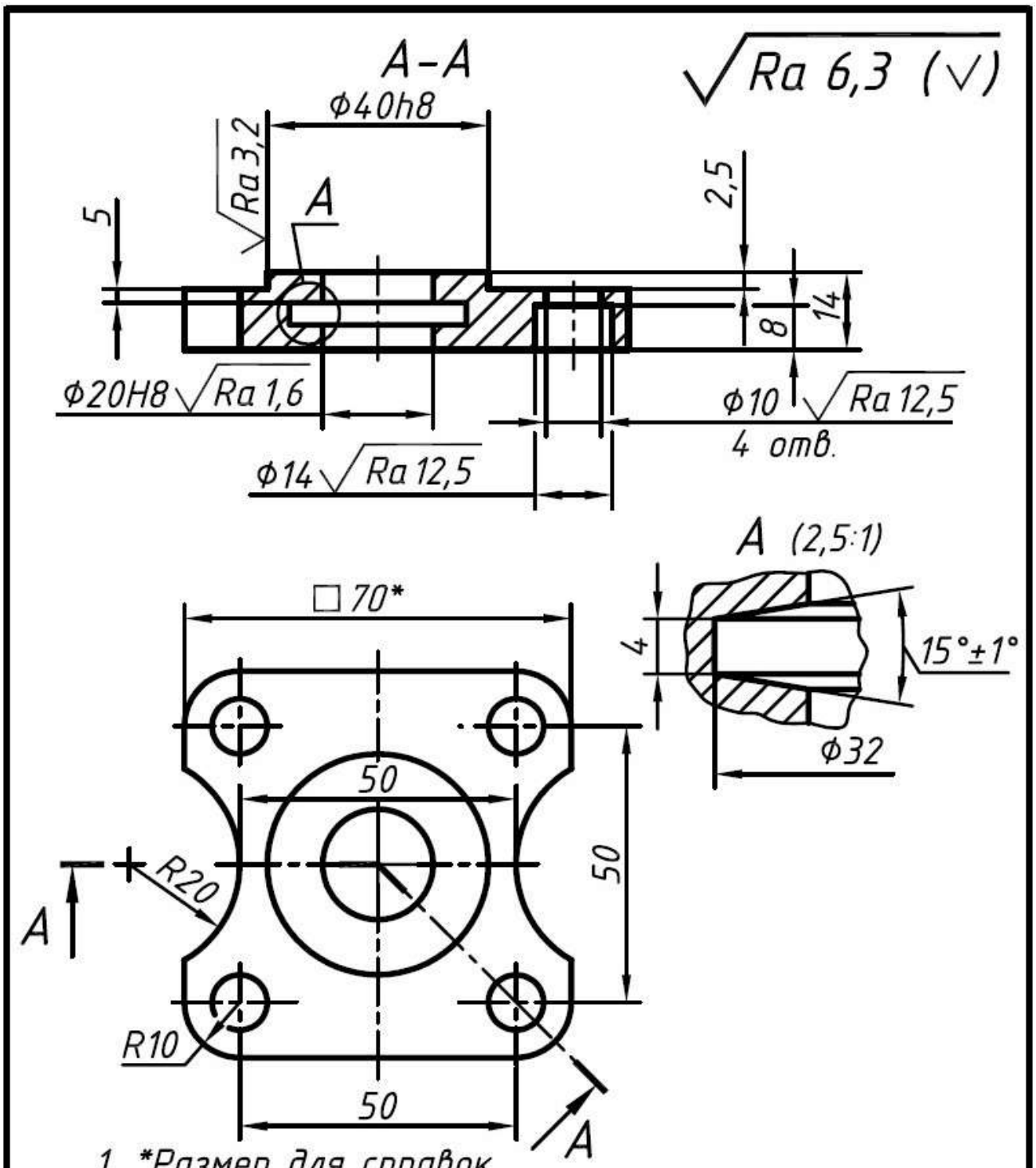


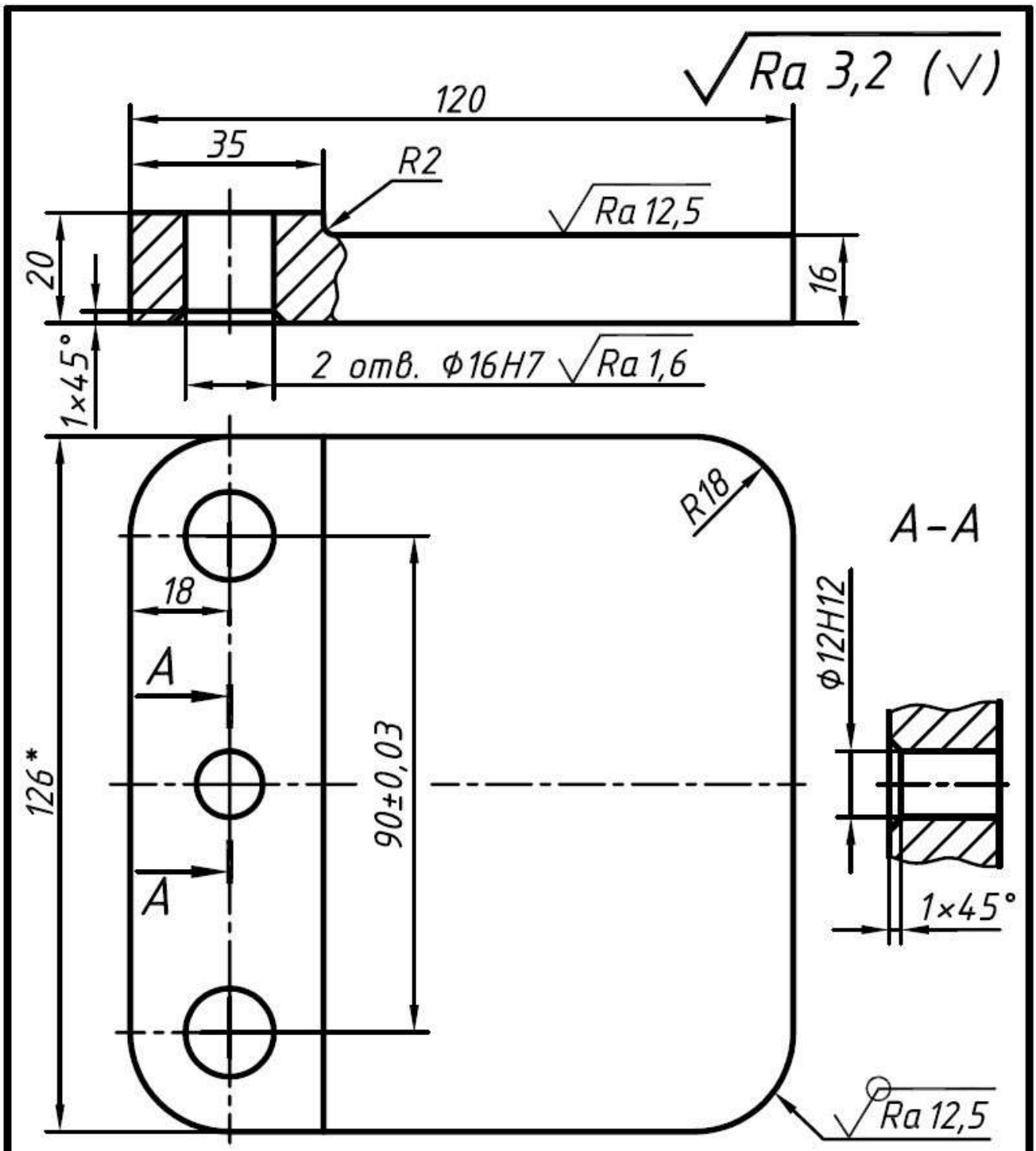
Рис. 1. Вид кондуктора скальчатого


Ra 12,5
2 отв. ф7 Ra 12,5
45°
1,8
6
ф22
Ra 3,2
ф58H7
37
85
Ra 1,6
20
25
12
48°
ф30
8
7
ф12 Ra 12,5
Ra 3,2
Ra 6,3
А
Б
Ra 6,3
1
16
16
30
25
Ra 12,5
ф15
Ra 6,3
M8-7H
2 отв.
38
12,5
Ra 6,3
ф20H7 Ra 1,6
2 отв.
А
60
30
R20
R10
R10
R10
M8-7H Ra 6,3
3 отв.
50
50
90
70±0,03
10
14
Ra 6,3
45
80±0,02
175
Б
Б-Б
R12,5
75
45
В
В
37,5
ф21 Ra 12,5
ф9 Ra 12,5
4 отв.
Ra 6,3
6
15
Ra 6,3
ф16H7 Ra 1,6
2 отв.
ф26 Ra 12,5
120
130*
В-В
24
20
4 отв. M8-7H Ra 6,3
1. Отжечь HRCэ 20...25.
2. Неуказанные литейные радиусы 2...4 мм.
3. Формовочные уклоны 3°...5°.
4. *Размеры для справок.
5. H14, h14, ±IT14/2.
00-000.06.03.03.01
Корпус
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
СЧ20 ГОСТ 1412-85
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А2



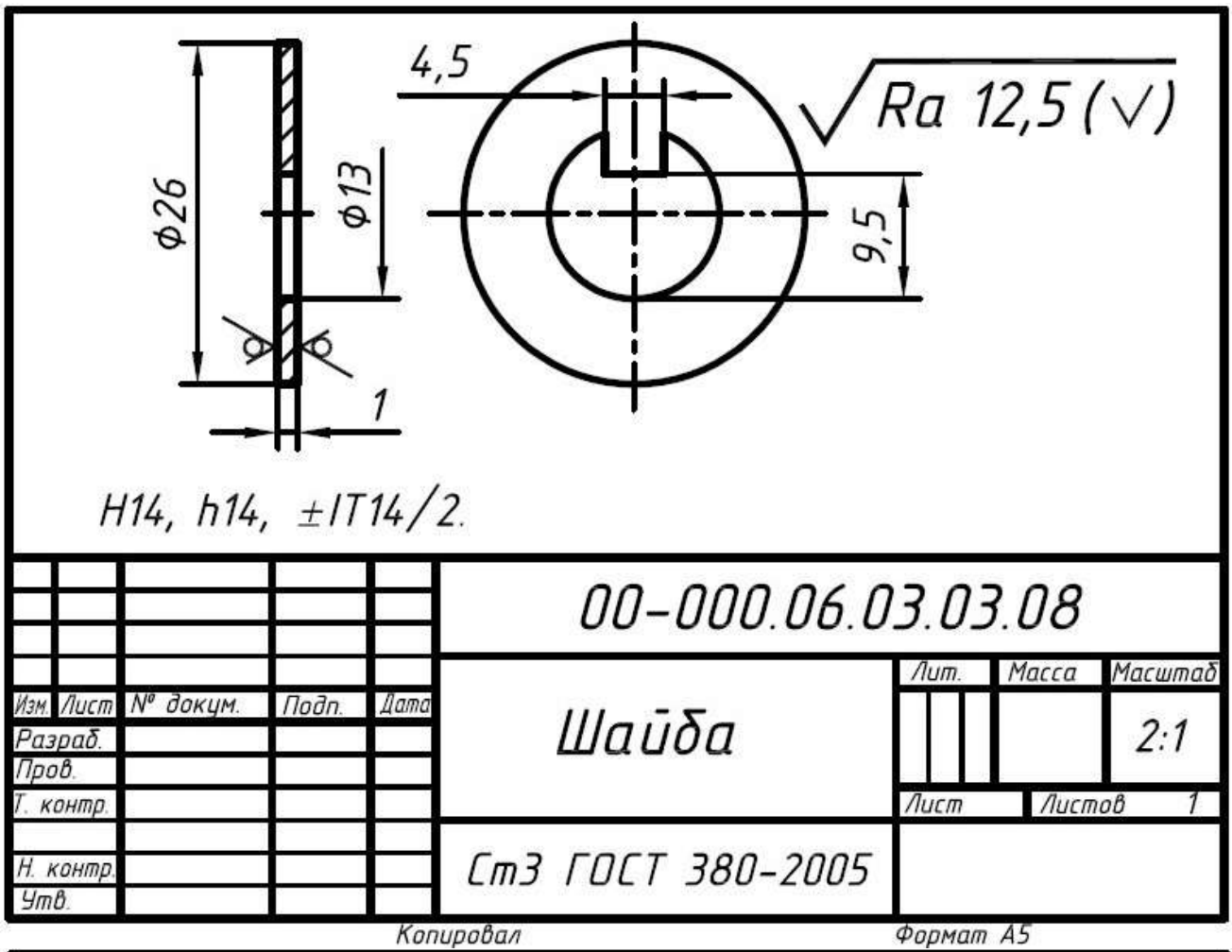
					00-000.06.03.03.02		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Крышка	Лит.	Масса / Масштаб 1:1
Пров.							
Т. контр.						Лист	Листов 1
					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Н. контр.							
Утв.							

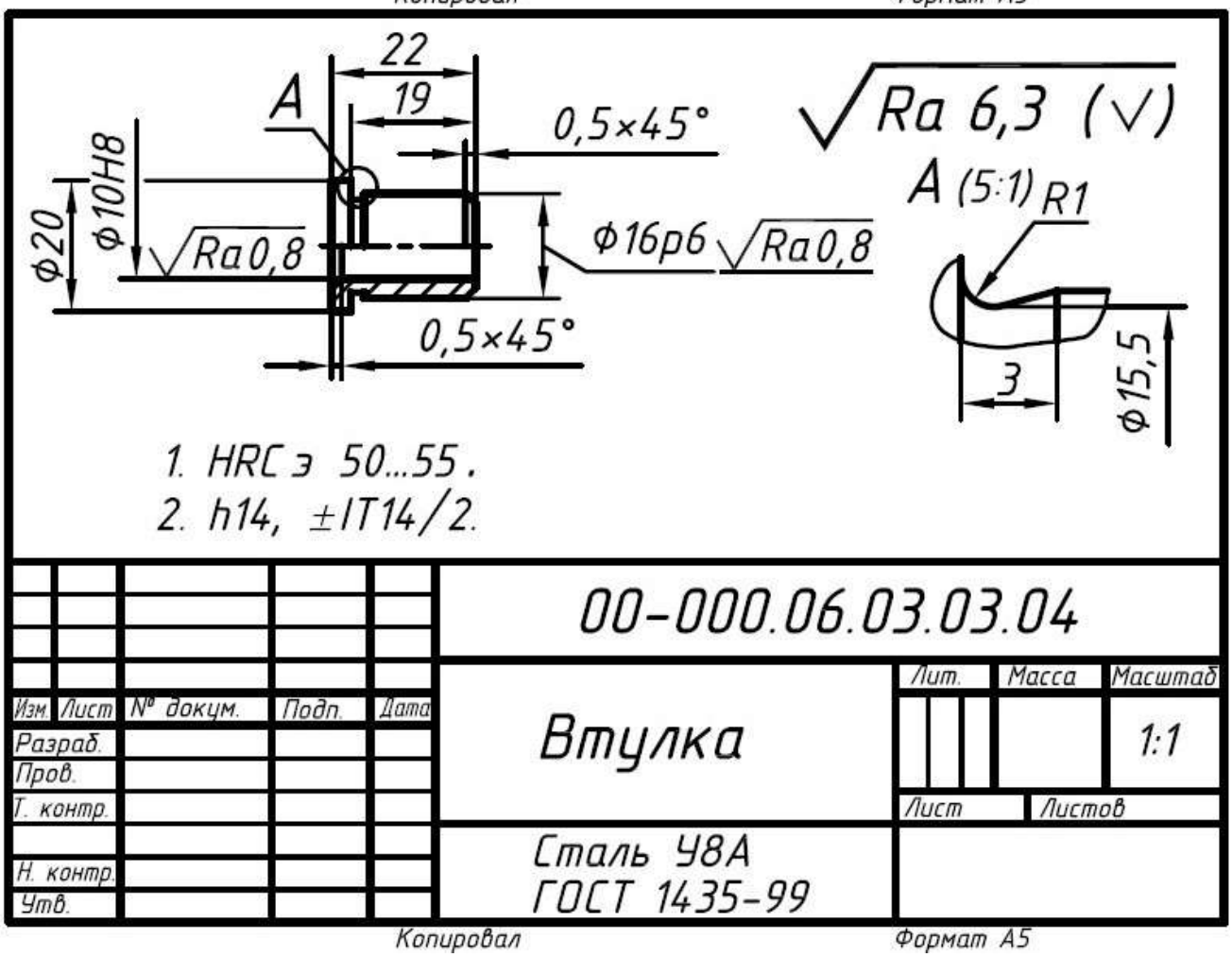
Копировал Формат А4

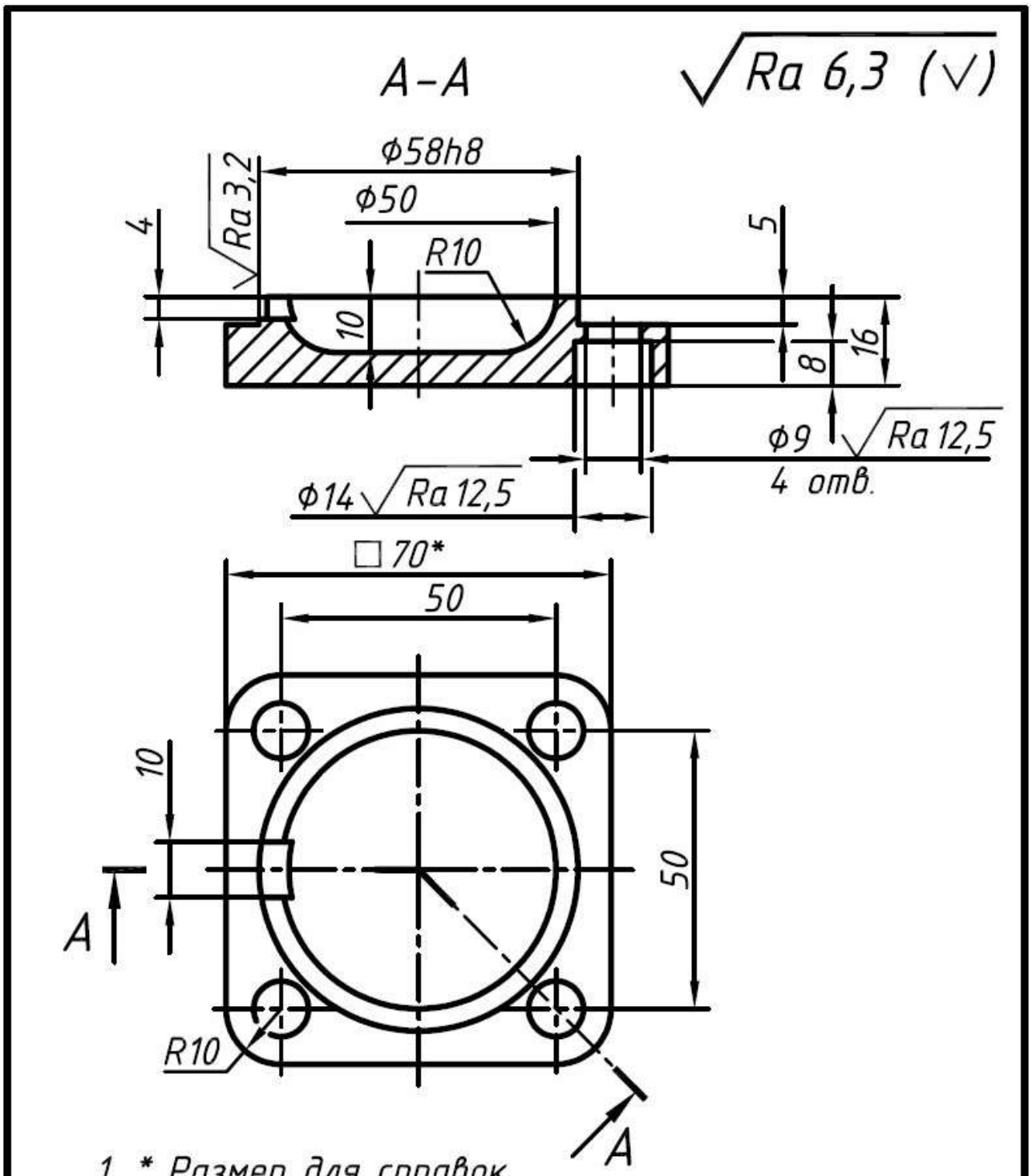


					00-000.06.03.03		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плита	Лит.	Масса / Масштаб 1:1
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.						Лист	Листов 1
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.							

Копировал Формат А4


4,5
Ra 12,5 (√)
ф26
ф13
9,5
1
H14, h14, ±IT14/2.
00-000.06.03.03.08
Шайба
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Ст3 ГОСТ 380-2005
Копировал
Формат А5

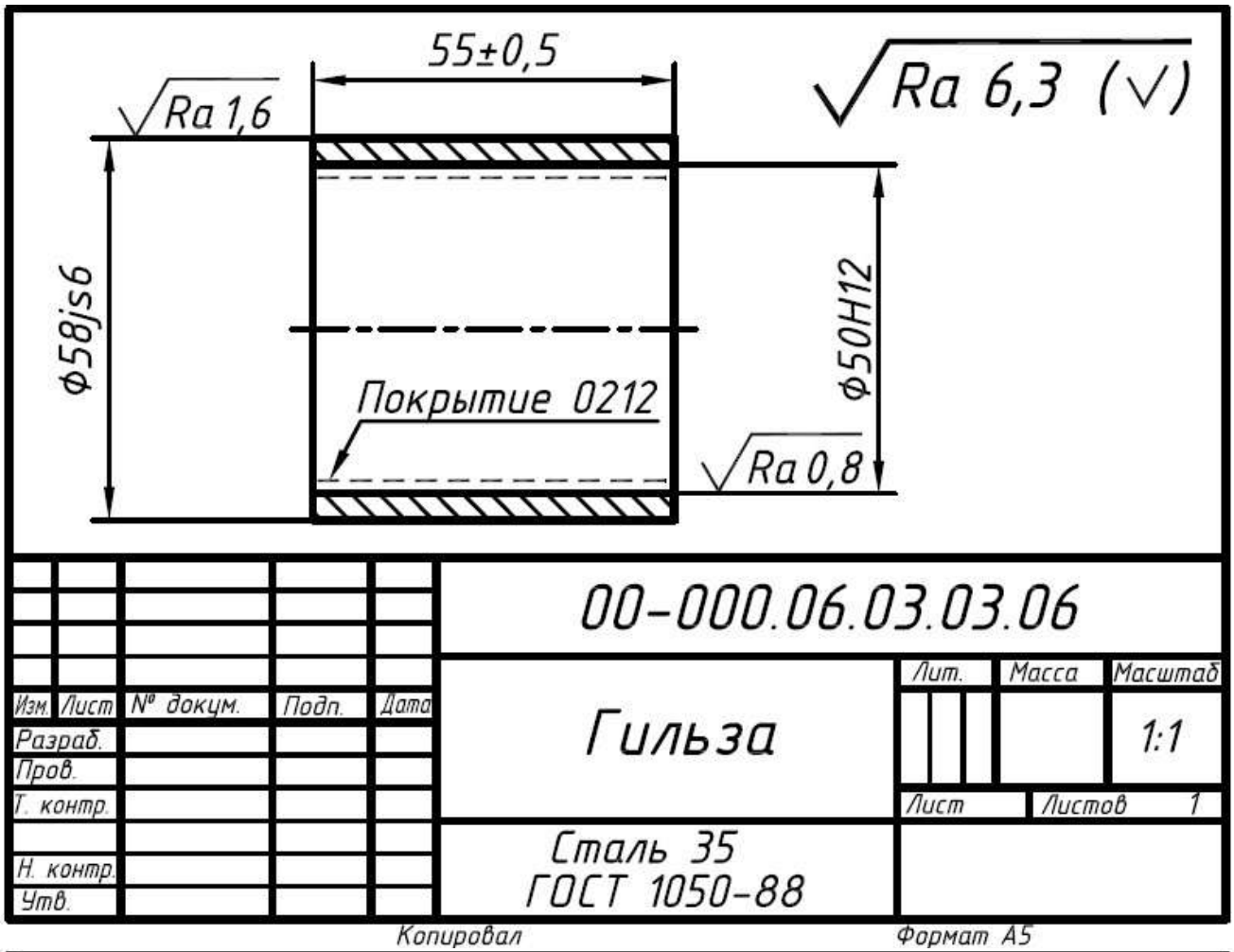

22
19
A
0,5×45°
Ra 6,3 (√)
A (5:1)
R1
ф20
ф10H8
Ra 0,8
ф16p6
Ra 0,8
0,5×45°
3
ф15,5
1. HRC э 50...55.
2. h14, ±IT14/2.
00-000.06.03.03.04
Втулка
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Сталь У8А
ГОСТ 1435-99
Копировал
Формат А5



1. * Размер для справок.
2. H14, h14, ±IT14/2.

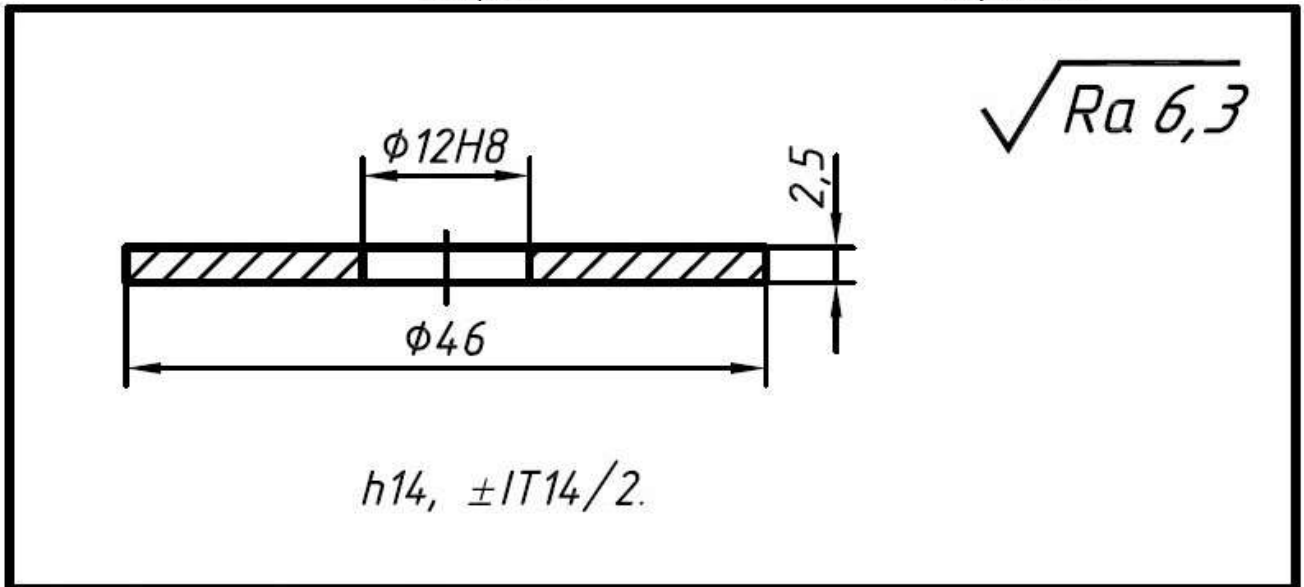
					00-000.06.03.03.05		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крышка	Лит.	Масса / Масштаб 1:1
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.						Лист	Листов 1
Н. контр.					Ст3 ГОСТ 380-2005		
Утв.							

Копировал Формат А4



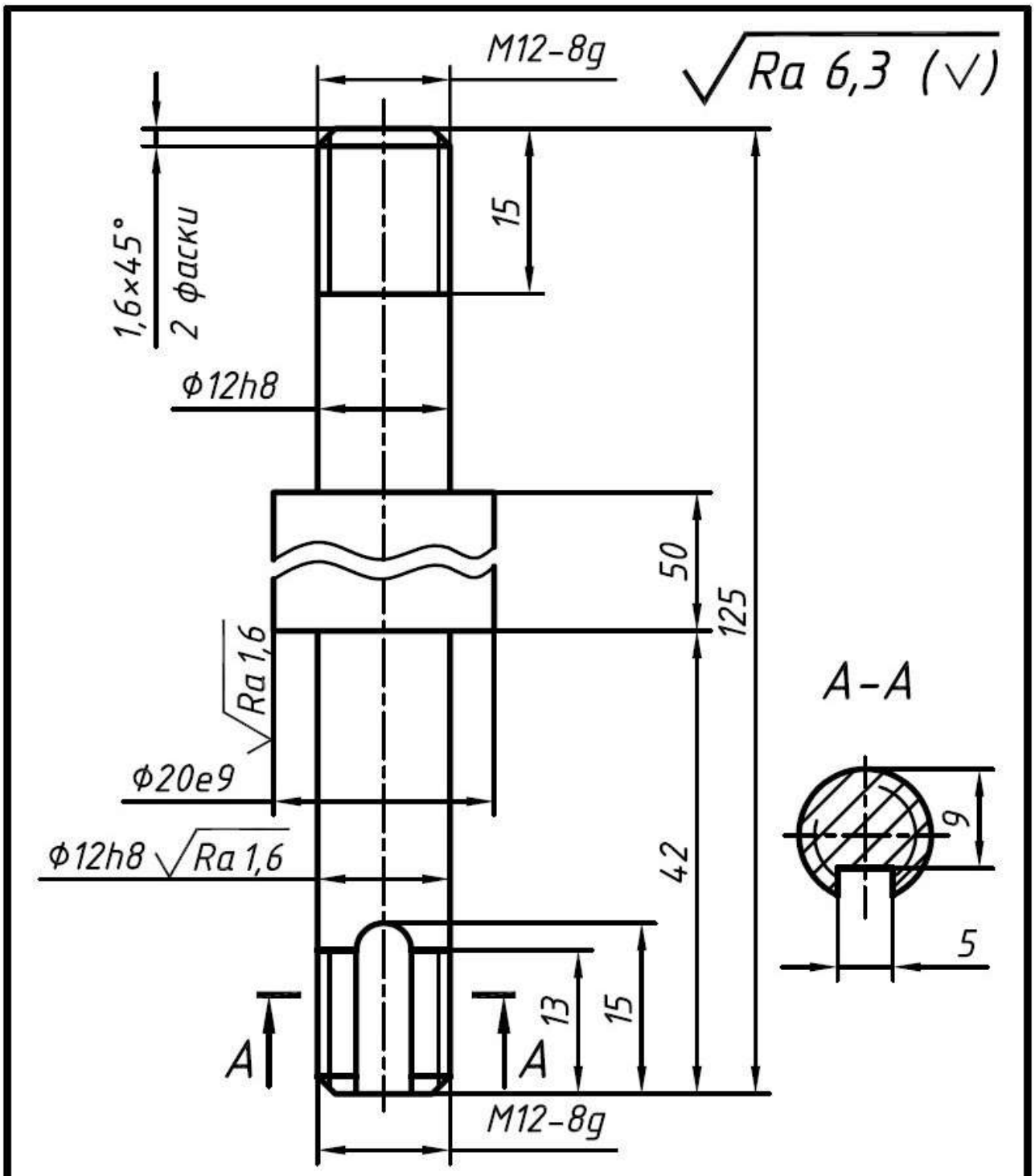
					00-000.06.03.03.06		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Гильза	Лит.	Масса / Масштаб 1:1
Разраб.						Лист	Листов 1
Пров.							
Т. контр.					Сталь 35 ГОСТ 1050-88		
Н. контр.							
Утв.							

Копировал Формат А5



					00-000.06.03.03.08		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кольцо	Лит.	Масса / Масштаб 2:1
Разраб.						Лист	Листов 1
Пров.							
Т. контр.					Ст3 ГОСТ 380-2005		
Н. контр.							
Утв.							

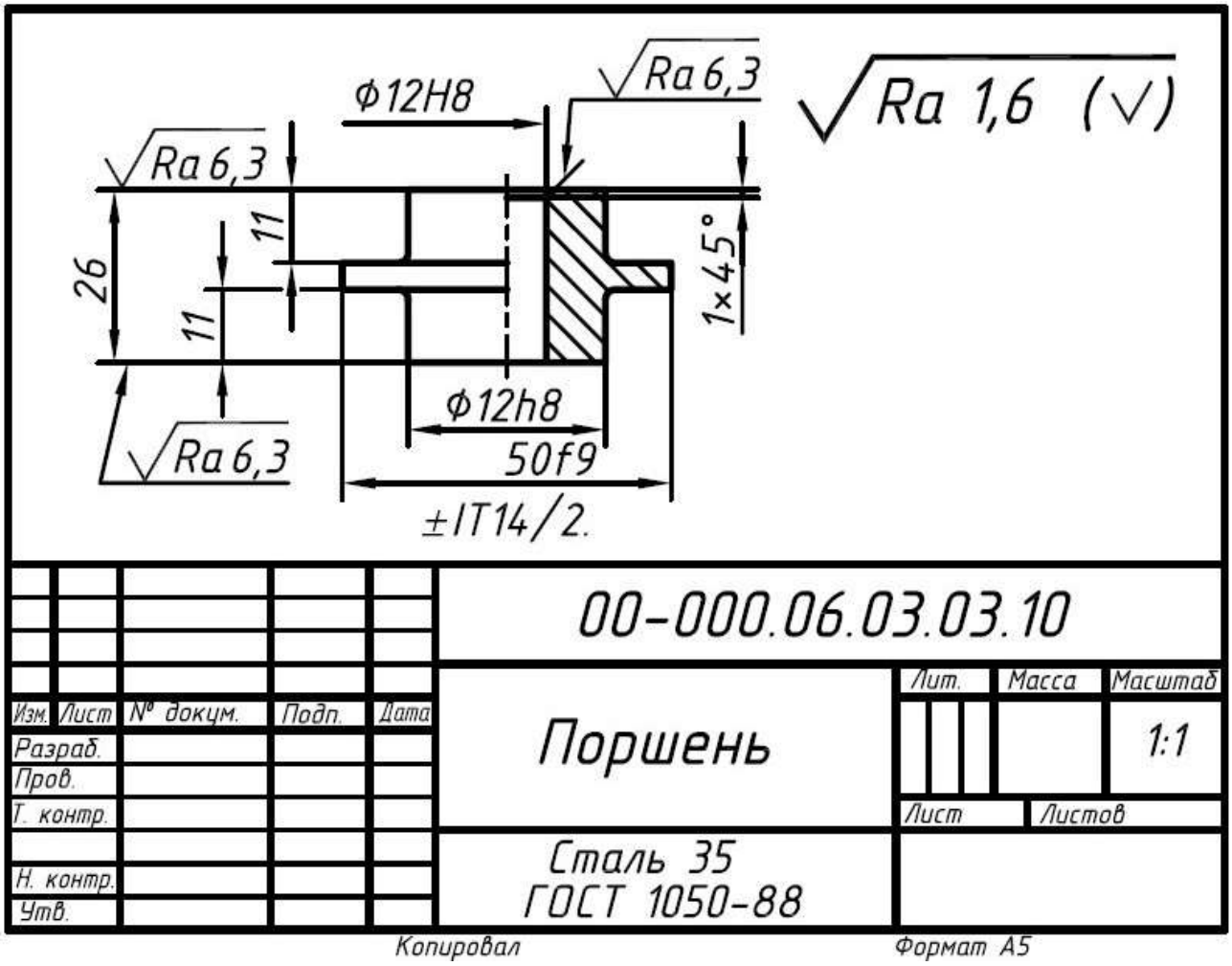
Копировал Формат А5

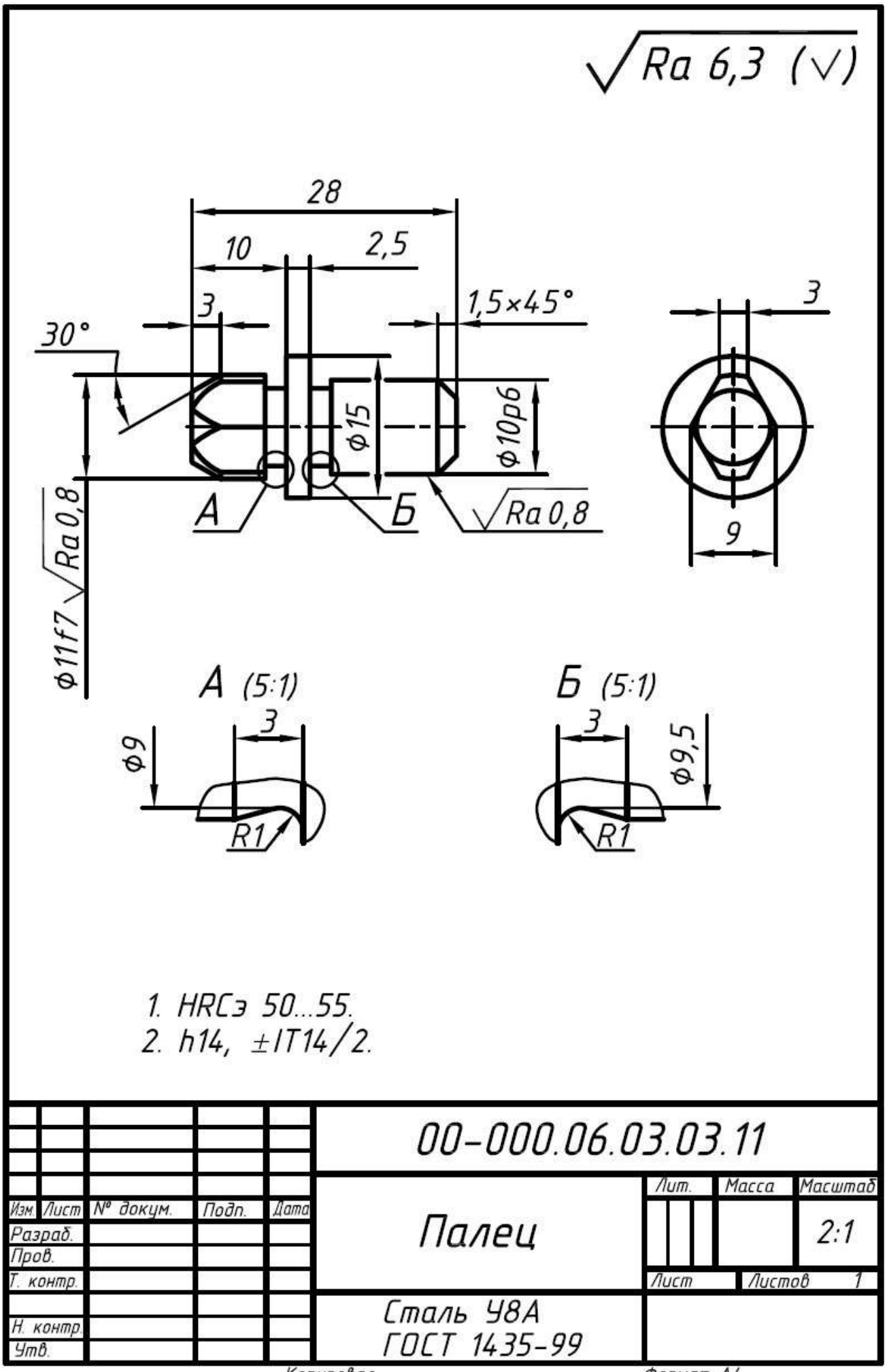


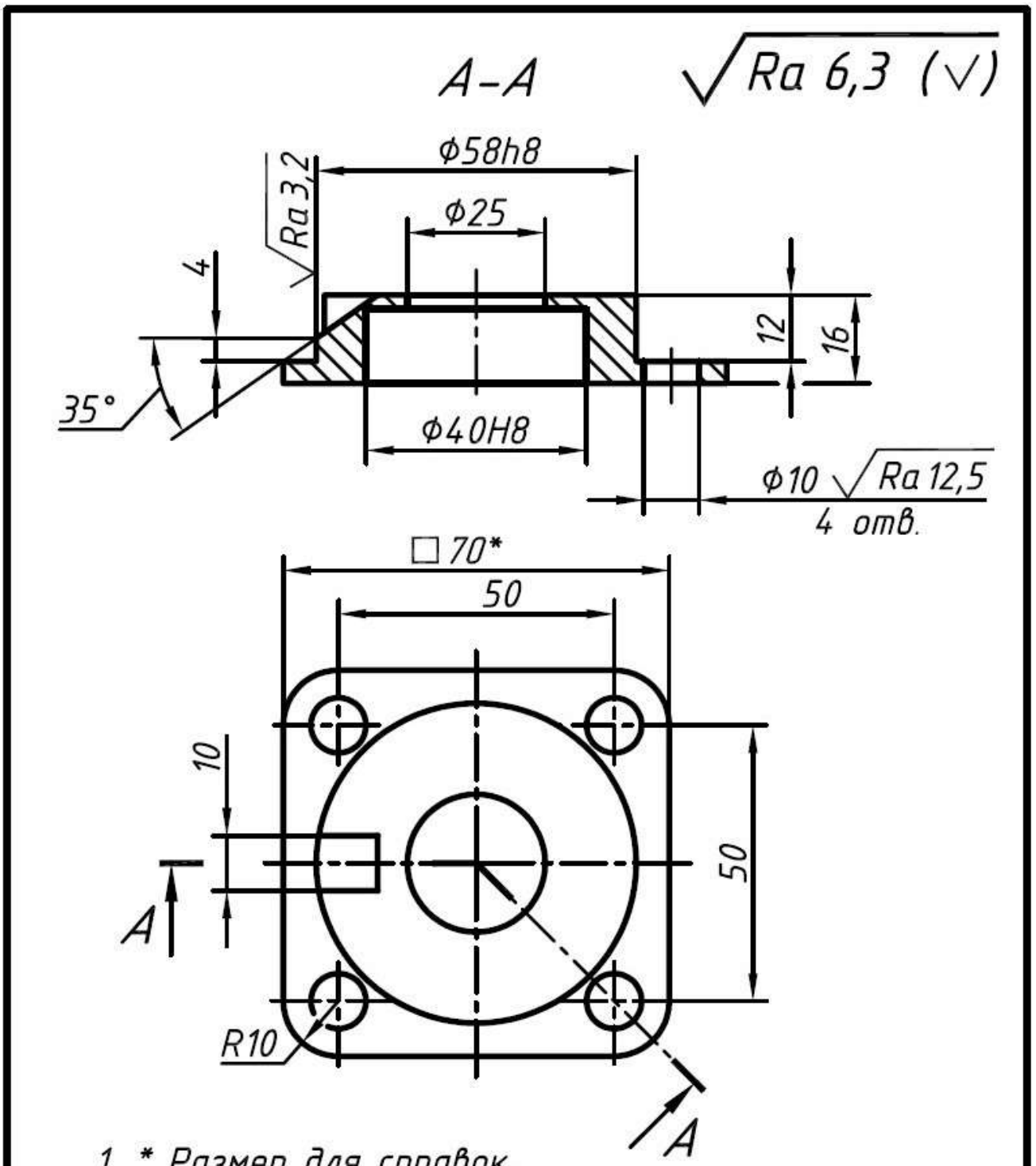
1. HRCэ 30...35.
2. H14, ±IT14/2.

					00-000.06.03.03.09		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шток	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								2:1
Пров.								
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.							

Копировал Формат А4


Ra 1,6 (√)
Ф12H8
Ra 6,3
Ra 6,3
11
26
11
1×45°
Ф12h8
Ra 6,3
50f9
±IT14/2.
00-000.06.03.03.10
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Поршень
Лит. Масса Масштаб
1:1
Лист Листов
Сталь 35
ГОСТ 1050-88
Копировал
Формат А5

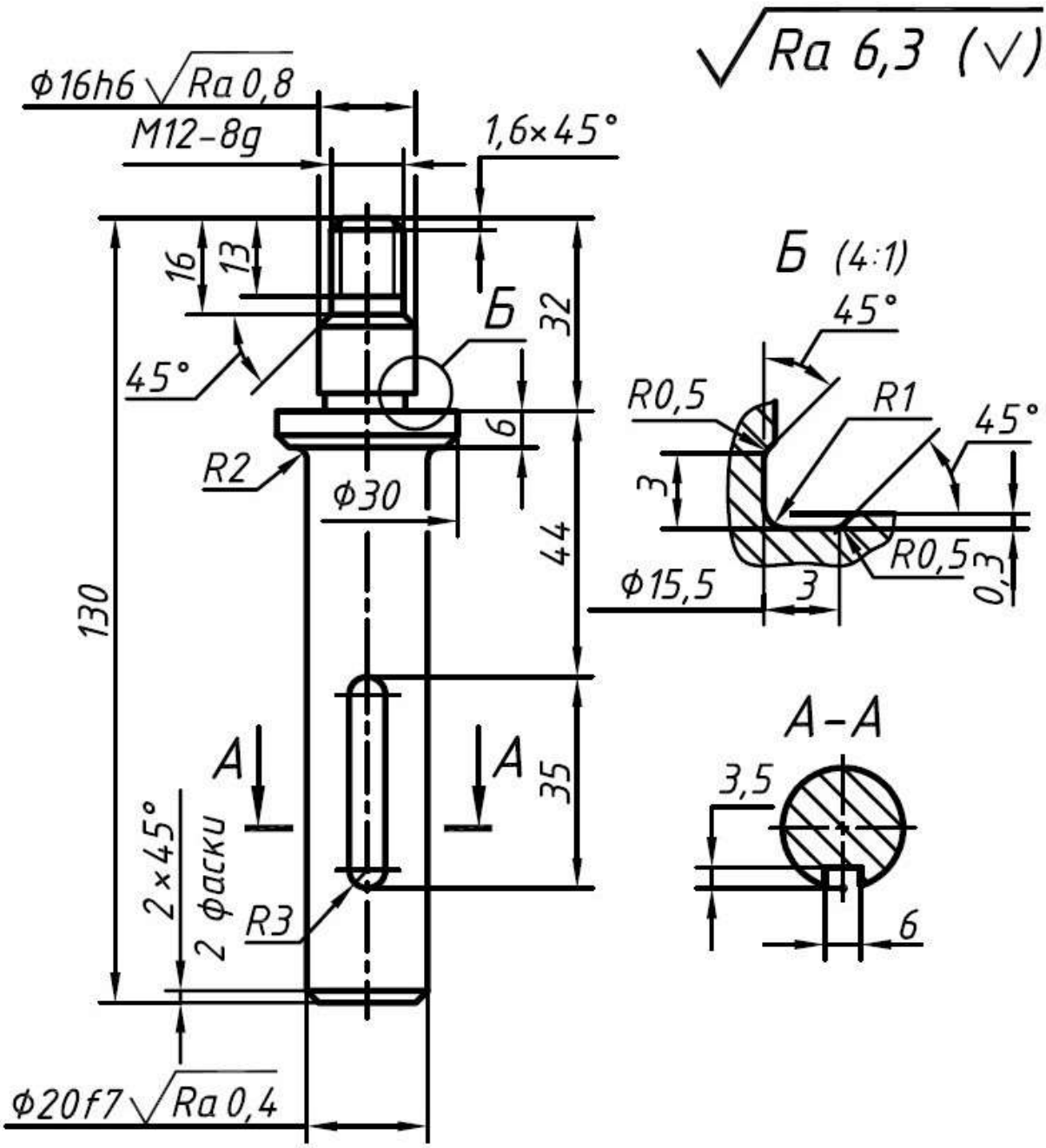

Ra 6,3 (√)
28
10
2,5
3
1,5×45°
30°
ϕ15
ϕ10p6
А
Б
Ra 0,8
ϕ11f7
Ra 0,8
3
9
А (5:1)
3
ϕ9
R1
Б (5:1)
3
ϕ9,5
R1
1. HRCэ 50...55.
2. h14, ±IT14/2.
00-000.06.03.03.11
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Палец
Лит. Масса Масштаб
2:1
Лист Листов 1
Сталь У8А
ГОСТ 1435-99
Копировал
Формат А4



1. * Размер для справок.
2. H14, ±IT14/2.

					00-000.06.03.03.13		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крышка	Лит.	Масса / Масштаб 1:1
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.						Лист	Листов 1
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.							

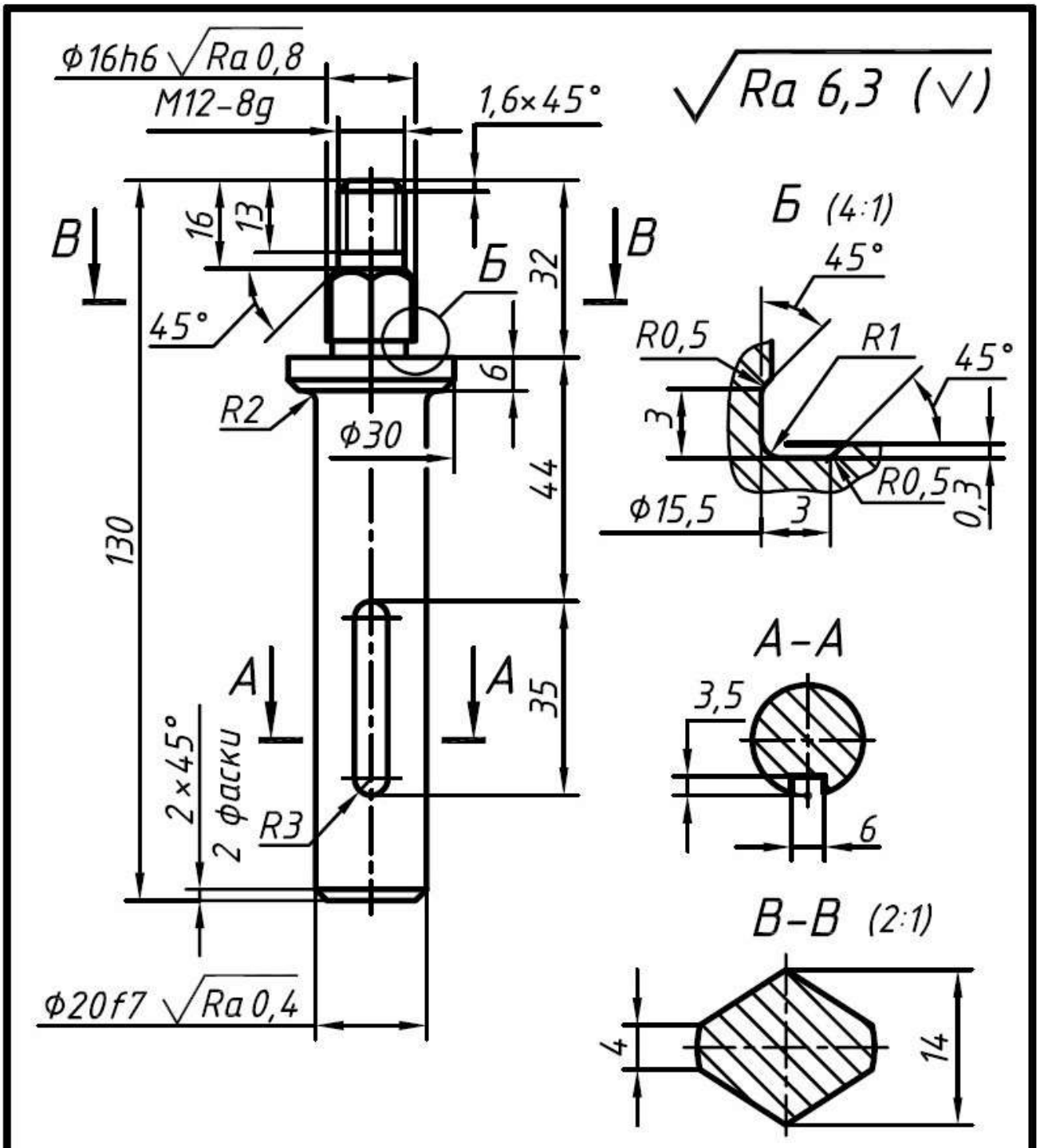
Копировал Формат А4



1. HRCэ 30...35.
2. H14, h14, ±IT14/2.

					00-000.06.03.03.14		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Скалка	Лит.	Масса / Масштаб 1:1
Разраб.							
Пров.							
Т. контр.						Лист	Листов 1
Н. контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.							

Копировал Формат А4


Ф16h6 √Ra 0,8
M12-8g
1,6×45°
√Ra 6,3 (√)
Б (4:1)
45°
R0,5
R1
3
Ф15,5
0,3
16
13
32
6
R2
Ф30
44
130
2×45°
2 фаски
R3
35
A-A
3,5
6
B-B (2:1)
4
14
Ф20f7 √Ra 0,4
1. HRCэ 30...35.
2. H14, h14, ±IT14/2.
00-000.06.03.03.15
Скалка
Сталь 45
ГОСТ 1050-88
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Лит. Масса Масштаб
1:1
Лист Листов 1
Копировал
Формат А4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической комиссии
_____Упоров С.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению контрольных заданий по дисциплине

Б1.В.07 ТРАНСПОРТ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

форма обучения: очная, заочная

год набора: **2023**

Одобрены на заседании кафедры
Горных машин и комплексов
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Лагунова Ю. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 31.08.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

Введение

Цель дисциплины «Транспорт горных предприятий» - формирование практического представления об устройстве, характеристиках, положений о выборе и основах тяговых и эксплуатационных расчетах горнопромышленного транспортного оборудования.

Профессиональные компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

- способен выполнять анализ и оптимизацию взаимосвязей, функционального назначения комплексов по добыче, переработке полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов (ПК-1.4);
- способен руководствоваться в практической инженерной деятельности принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр (ПК-1.5).

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- требования, методики и программы отрасли по разработке проектных инновационных решений при переработке твердых полезных ископаемых, транспортных систем горных предприятий;
- методику обоснования параметров транспортных машин и систем горных предприятий;
- нормативы и требования ГОСТ и отраслевых положений состава и стадий проектной документации для машиностроительного производства;
- требования экологической и промышленной безопасности транспортных систем горных предприятий;
- правила и нормы технической готовности транспортных машин, обеспечивающие показатели рациональной эксплуатации в условиях конкретного горного предприятия;
- особенности горно-геологических и горнотехнических условий горного предприятия, оказывающие влияние на эффективность эксплуатации транспортных машин;
- характеристики транспортных машин и области рационального их применения;
- основные положения инструкций: единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом, правила устройства электроустановок, заводов-изготовителей по безопасности отдельных типов транспортных машин;
- основные источники техногенного воздействия транспортных машин на окружающую среду и перечень мероприятий по снижению техногенного воздействия.

Уметь:

- выполнять расчеты транспортных процессов, производительности подвижного состава транспорта, пропускной способности транспортных систем;
- составлять график организации работ инновационных решений и планы развития транспортных систем;
- обосновать проектные решения и разработать техническое задание и другую предпроектную документацию применительно к транспортному оборудованию в соответствии с ЕСКД;
- проектировать транспортное оборудование;
- проводить анализ фактического состояния готовности транспортных машин и оценить перспективу применения действующего транспортного оборудования;
- разработать рекомендации по повышению эффективности транспортных машин при изменившихся горнотехнических условиях.

- дать оценку фактического состояния эксплуатируемых транспортных машин и определить стадии их ремонта и обслуживания;

- осуществлять комплекс организационных мероприятий и подготовку технических средств по обеспечению безопасной эксплуатации транспортных машин цикличного и непрерывного действия на конкретном горном предприятии;

- оценить степень техногенного воздействия транспортных машин на окружающую среду и разработать рекомендации по снижению вредного воздействия.

Владеть:

- навыками обоснования проектных решений при обеспечении промышленной и экологической безопасности транспортных систем горных предприятий;

- навыками выполнения проектных решений в области транспортных систем;

- навыками разработки технической документации, паспортов и графиков организации работ на транспорте;

- навыками изучения информации о готовности транспортных машин к эффективному режиму эксплуатации;

- опытом рациональной эксплуатации транспортных машин и информационными данными по повышению эффективности их эксплуатации в России и за рубежом;

- навыками подготовки и осуществления технических и организационных мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации транспортных машин на конкретном горном предприятии;

- информацией по передовым методам снижения вредного влияния транспортных машин цикличного и непрерывного действия на окружающую среду.

Контрольной работы КОМ по дисциплине не предусматривается.

По направлению подготовки студентов 21.05.04 «Горное дело» и дисциплине «Карьерный транспорт» для выполнения заданий по КР кафедрой ГМК УГГУ подготовлены и изданы методические разработки (МР) и пособия:

- Юдин А.В. Расчет и проектирование карьерного автомобильного транспорта: методическая разработка / Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013, 42 с. Фонды библиотеки УГГУ и кафедры ГМК УГГУ;

- Юдин А.В. Расчет и проектирование карьерного железнодорожного транспорта: методическая разработка / Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013, 50 с. Фонды библиотеки УГГУ и кафедры ГМК УГГУ;

- Юдин А.В. Расчет и проектирование карьерного конвейерного транспорта: методическая разработка / Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013, 50 с. Фонды библиотеки УГГУ и кафедры ГМК УГГУ;

- Юдин А.В. Горнопромышленный транспорт. Расчет и проектирование транспортных систем: Учебное пособие для вузов / Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014, 306 с. Фонды библиотеки УГГУ.

По назначению преподавателя учебная группа выполняет одну расчетную работу из приведенного выше списка.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Для группы направления «Горные машины и оборудование», например, в данном учебном году выбрано выполнить КР в соответствии с МР:

Юдин А.В. Расчет и проектирование карьерного железнодорожного транспорта: методическая разработка / Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013, 51 с. Фонды библиотеки УГГУ [7];

Методические цуказания по выполнению расчетной работы приведены также в учебном пособии для вузов:

Юдин А.В. Горнопромышленный транспорт. Расчет и проектирование транспортных систем: Учебное пособие для вузов / Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014, 306 с. Фонды библиотеки УГГУ [8].

Железнодорожный транспорт (ЖТ) получил большое применение на карьерах и разрезах страны и СНГ. Как правило, он используется при мощных и средних грузопотоках горных предприятий. Глубина разработки с применением железнодорожного транспорта достигает 250 м.

На карьерах железнодорожный транспорт используется как самостоятельно в течение всего срока разработки месторождения, так и в сочетании с автомобильным транспортом, когда он применяется в основном при развитии верхних горизонтов. Для ЖТ характерны большой фронт работ, сравнительно прямолинейные забои, малые уклоны путевых трасс на горизонтах.

Достоинствами ЖТ являются высокая надежность, возможность перевозить практически любые насыпные грузы, малая зависимость от климатических условий, относительно низкие удельные затраты на транспортирование, большой срок службы оборудования. Железнодорожный транспорт оказывает незначительное негативное воздействие на окружающую среду.

Недостатками ЖТ, ограничивающими область его применения, являются большая протяженность фронта работ (не менее 300-500 м), значительные радиусы поворота (не менее 80-100 м), незначительные подъемы (40‰), существенные затраты на перемещение коммуникаций и контактной сети, большие капитальные затраты и другие.

Широкое распространение ЖТ получил в составе комбинированного транспорта. Комбинированный автомобильно-железнодорожный транспорт применяется на многих крупных карьерах значительной глубины: карьерах Казахстана, КМА, Кривбасса (Украина), уральских карьерах. В настоящее время комбинированный автомобильно-железнодорожный транспорт является самым распространенным на карьерах, глубина которых составляет более 150-200 м.

Методическая разработка (МР) «Расчет и проектирование карьерного железнодорожного транспорта» предназначена для углубления и закрепления знаний студентов по прослушанному теоретическому курсу дисциплины; приобретения навыков самостоятельной работы по проектированию и освоению основ расчета параметров и обоснования средств железнодорожного транспорта.

Материалы МР включают разделы, объем которых достаточен для выполнения практических занятий и проектных разработок. В состав МР включены характеристики подвижного состава, приведены схемы применения железнодорожного транспорта в карьерах и параметры транспортных коммуникаций. Приведены тяговые расчеты, включающие определение прицепной массы состава, скорости и времени движения, тормозных свойств и проверку тяговых двигателей на нагрев. В эксплуатационных расчетах определено время рейса и инвентарный парк подвижного состава.

В методической разработке приведен числовой пример определения параметров системы при железнодорожном транспорте в карьере.

Для выполнения практического занятия в записке даны краткие методические указания и приведены параметры индивидуальных заданий студентам.

Постановка задачи: выбрать оборудование подвижного состава ЖТ, определить параметры коммуникаций, выполнить тяговые и эксплуатационные расчеты ЖТ при транспортировании известняка из карьера до бункера дробильно-сортировочной фабрики.

Исходные данные на проектирование:

- годовая производительность карьера $Q_г$, млн.т;

- глубина карьера, м. Добычные горизонты располагаются на высотных отметках H_3 и H_4 условного карьера;

- загрузка составов экскаваторами с вместимостью ковша $W_к$, м^3. Время цикла экскавации 28-30 с;

- транспортируемая ГМ – известняк, вскрыша, насыпная плотность $\gamma_н$, т/м^3;
- режим работы ЖТ: количество рабочих дней в году 300, число смен в сутки $n_{см}$ = 2, продолжительность смены $T_{см}$ = 12;
- пункт разгрузки – бункера ДСФ, отвал;

Исходные данные к индивидуальным заданиям по вариантам приведены в табл. 1 и 2 данного пособия.

Таблица 1. Исходные данные к расчетной работе

Исходные данные к расчетному заданию №2

ва-риант	Схема услов-ного карьера	Годовая произв-ть $Q_г$, млн.т	Трансп-я горная масса*)	Способ загрузки в карьере**)	Вмест-ть ковша экск-ра $W_к$, м^3	Производ-ть питателя ПС, $Q_п$, т/мин	Пункт раз-грузки	Примерное кол-во и номер трассы на схеме
1	1(рис.9)	5,0	Р	Э	4,0	-	ДСФ	I, II, III
2	2(рис.10)	5,5	СП	Э	5,0	-	ОТ	V, VI, VII
3	3(рис.11)	8,0	Р	Э	4,6	-	ДСФ	IX, X, XII
4	1(рис.9)	8,5	СП	Э	6,3	-	ОТ	IV, II, I
5	2(рис.10)	10,0	Р	Э	8,0	-	ДСФ	VIII, VI, V
6	3(рис.11)	11,0	СП	ПС	-	45	ОТ	XI, XII, IX
7	1(рис.9)	12,0	СП	Э	12,5	-	ОТ	III, IV, I
8	2(рис.10)	12,5	Р	Э	10,0	-	ДСФ	VII, VIII, V
9	3(рис.11)	15,0	Р	ПС	-	40	ОТ	XII, IX, X
10	3(рис.11)	16,0	Р	ПС	-	35	ОТ	XI, XII. XIII
11	1(рис.9)	18,0	СП	Э	16	-	ОТ	IV, II, III
12	3(рис.11)	18,5	СП	ПС	-	35	ОТ	X, XI, XIII
13	2(рис.10)	20,0	СП	Э	20	30	ОТ	VI, VII, VIII
14	3(рис.11)	21,0	СП	ПС	-	30	ОТ	X, XII, XIII
15	1(рис.9)	6,0	Р	Э	4,6	-	ДСФ	III, IV, I
16	2(рис.10)	6,5	СП	Э	5,0	-	ОТ	V, VI, VIII
17	1(рис.9)	7,0	Р	Э	8,0	-	ДСФ	I, IV, III
18	2(рис.10)	9,0	Р	Э	6,3	-	ДСФ	VIII, VII, VI
19	3(рис.11)	9,5	СП	Э, ПС	12,5	-	ОТ	IX, X, XII
20	3(рис.11)	11,0	СП	ПС	-	40	ОТ	XII, XIII, XI

*) Р – руда, СП – скальная порода; **) Э - экскаваторная погрузка, ПС – погрузка на перегрузочной системе

Таблица 2. Исходные данные к расчетной работе

Номер схемы	Номер трассы	Участок l_1		Участок l_2				Участок l_3		Участок l_4		Участок l_5	
		H_1,м	$\beta_{1,}{}^o/_{oo}$	l_2'		l_2''		H_3,м	$\beta_{3,}{}^o/_{oo}$	H_4,м	$\beta_{4,}{}^o/_{oo}$	H_5,м	$\beta_{5,}{}^o/_{oo}$
				H_2,м	$\beta_{2,}{}^o/_{oo}$	H_2,м	$\beta_{2,}{}^o/_{oo}$						
1 (рис.9)	I	5	10	15	35	-	-	5	5	10	10	-	-
	II	5	6	30	35	-	-	10	10	20	10	-	-
	III	5	12	30	35	-	-	8	8	25	8	-	-
	IV	5	15	45	35	-	-	10	10	30	10	-	-
2 (рис.10)	V	5	2	-	-	15	35	6	5	12	10	-	-
	VI	5	3	-	-	30	35	11	10	22	10	-	-
	VII	15	10	-	-	30	35	9	8	27	8	-	-
	VIII	15	15	15	30	30	35	12	10	32	10	-	-
	IX	5	2	-	-	-	-	35	40	4	5	15	10

3 (рис.11)	X	5	2.5	-	-	-	-	30	40	9	10	20	10
	XI	6	1	90	35	-	-	30	40	9	8	25	10
	XII	6	1	90	35	-	-	30	40	11	10	20	10
	XIII	2	2	120	35	-	-	30	40	10	9	25	10

Методические рекомендации к выполнению расчетной работы

Последовательность выполнения расчетной работы проводится в соответствии с требоываниями МР.

Внимание! Далее в тексте последовательность этапов работы, ссылка на нумерацию разделов, таблиц, рисунков, формул сохранены и соответствуют исходной МР [7].

Для упрощения расчетов во всех вариантах заданий некоторые показатели приняты одинаковыми:

- глубина карьера – 150 м;
- высота уступа 15 м;
- режим работы ЖТ: количество рабочих дней в году 300, число смен в сутки $n_{см}$ = 2, продолжительность смены $T_{см}$ = 12 часов;
- транспортируемая горная масса: скальные породы (СП) с насыпной плотностью $\gamma_н$ = 3,0 т/м^3;

показатели для расчетов:

- коэффициент готовности оборудования, $К_г$ = 0,7-0,8;
- коэффициент заполнения ковша экскаватора, $К_з$ = 0,8;
- коэффициент снижения производительности экскаватора при передвижке и установке думпкаров под погрузку, $К_t$ = 0,91-0,94;
- время на обмен состава при погрузке $t_{об}$ = 5-8 мин;

коэффициент снижения производительности ПС:

- при непрерывной загрузке состава $К_t`$ = 0,85;
- при раздельной загрузке думпкаров $К_t`$ = 0,7;
- коэффициент удлинения трассы $К_у$ = 1,2;
- коэффициент нераномерности движения поездов $К_н$ = 1,15.

Последовательность расчетов практического занятия соответствует содержанию методической разработки «Расчет и проектирование карьерного железнодорожного транспорта» с полномасштабным числовым примером.

Первоначально студент знакомится с содержанием методической разработки, осмысливая исходные данные по заданному варианту, а также с содержанием числового примера. Далее студент последовательно выполняет расчетную работу по этапам.

Выбор типа подвижного состава

Выбор локомотивов выполняют в соответствии с рекомендациями раздела 2.1 МР, принимая во внимание заданные годовые объемы перевозки ГМ, глубину карьера, руководящие уклоны трасс, расстояния транспортирования.

Выбор рационального типа думпкара выполняют в соответствии с разделом 2.2 МР, сделав сравнительные расчеты по формулам (1), (2), (3).

Определение производительности погрузочного оборудования и количества железнодорожных трасс

Согласно заданному типу погрузочного оборудования (Э, ПС), по формулам (6) или (8) рассчитывается годовая производительность Э или ПС, а по формулам (5) или (7) определяется требуемое количество железнодорожных трасс ($N_э$, $N_{пс}$). При получении дробного результата (1,6; 2,3 и т.д.) значение округляется до ближайшего большего целого. Например, при значении $N_э$ = 1,6 для расчета принимается значение $N_э$ = 2. На прила-

гаемой схеме (см.рис.9) в соответствии с рассчитанным количеством забоев или ПС ($N_э$, $N_{пс}$) и заданными номерами трасс (см.таблицу 1), студент выделяет (другим цветом) трассы по варианту задания. В задании для всех вариантов определено 3 трассы. Если при расчете получилось 2 трассы, то студент принимает первые 2 трассы по заданию.

Рекомендации по выбору трассы

Трассы карьер – ДСФ (рудное направление) включают 3-4 характерных участка, трассы карьер – отвал (породное направление) – 4-5 участков в зависимости от заданного способа загрузки состава и схемы путевого развития (см.рис.9).

При экскаваторном способе загрузки:

- участок l_1 – временный путь в забоях, на уступах с углом наклона до 15‰;
- участок l_2 – постоянный путь во внутренних и внешних траншеях с руководящим уклоном не более 40‰. В отдельном случае (при тупиковой форме трассы) участок l_2 может быть составлен из двух частей: l_2' - участок во внутренней траншее с углом наклона до 30‰ и участок l_2'' во внешней траншее с углом наклона до 40‰. Участки пути на тупиках имеют уклон 5‰;
- участок l_3 – постоянный путь на поверхности (до ДСФ, отвала). Уклон устанавливается в зависимости от рельефа поверхности (по согласованию с преподавателем);
- участок l_4 – временный путь на отвале и заезде на отвал с уклоном до 10‰.

При загрузке состава на ПС:

- участок l_1 – постоянный путь с продольным уклоном до 5‰;
- участок l_2 – постоянный путь внутренней траншеи с тупиками, уклон до 30‰;
- участок l_3 – постоянный путь выездной траншеи без учета длины тупиков с руководящим уклоном до 40‰, на тупиках с уклоном до 5‰;
- участок l_4 – постоянный путь на поверхности;
- участок l_5 – временный путь на отвале с уклоном до 10‰.

На схеме (см. рис. 9) отмечены трассы I, II, III, IV. Все трассы могут быть использованы как в рудном, так и в породном направлениях.

Студент на своем рисунке отмечает номера трасс, принятых к расчету, намечает границы (высотные отметки h_i), определяет углы подъема трасс (β_i) характерных участков в соответствии с исходными данными по таблице 2.

Далее, по ф. (9) МР рассчитываются расстояния транспортирования (l_i) на каждом характерном участке. Результаты расчетов представляются в виде табл. 8 МР.

Определение прицепной массы состава и количества вагонов в составе

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями раздела 4.1 МР по формулам (10), (11), (12). В качестве проверки результаты можно сопоставить с реальными показателями карьеров. При применении тяговых агрегатов состав, включающий 9-10 думпкаров ВС-105, при значении руководящего уклона $i_р$ = 30-40‰ вывозит за рейс 900-1000 т ГМ.

Расчет скорости и времени движения состава

Скорость движения состава определяется с использованием ЭМХ двигателя (см. раздел 4.2 МР) по известному значению силы тяги одного двигателя (ф. (13)) на каждом участке трассы.

Время движения состава на каждом участке определяется по ф. (14).

Результаты тяговых расчетов оформляются в виде табл. 10 МР.

Эксплуатационные расчеты

Время рейса состава определяется по ф. (26)-(29) МР, количество подвижного состава – по ф. (30)-(34) МР.

По завершении расчетов делается краткое заключение по результатам практического занятия.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Горнопромышленный транспорт» предусмотрено выполнение 7 практических занятий. КОМ дисциплины промежуточную оценку умений и владений студента рекомендует оценивать как практико-ориентированное задание (ПОЗ). Оценка практико-ориентированного задания рассматривается как результат выполнения практического занятия по заданной теме дисциплины.

Перед началом практических занятий руководитель проводит инструктаж по технике безопасности с обязательной распиской студента в журнале лаборатории.

Практическое занятие выполняется в лаборатории транспортных машин кафедры ГМК УГГУ. Время проведения занятия 2-4 часа. Состав группы студентов преподаватель разделяет на несколько подгрупп (состав 3-5 чел.). Каждая подгруппа выполняет свое ПОЗ по конкретной теме рабочей программы. Каждому студенту подгруппы выдается методическая разработка из фондов кафедры.

В таблице 3 приведен перечень методических разработок кафедры по дисциплине «Горнопромышленный транспорт» и соответствующие им темы (ПОЗ) по рабочей программе дисциплины

Таблица 3

№	Методическая разработка (МР)			№№ тем рабочей программы	Наличие МР
	Автор	Наименование МР, шифр	Кол-во страниц		
1	Попов А.Г Самброс Э.Г. Волков Г.М.	Верхнее строение железнодорожного пути и путевые измерения, №7	15 с. 10 рис.	2	Фонды каф. ГМК
2	Попов А.Г Самброс Э.Г. Волков Г.М.	Механизированный путевой инструмент для путевых работ, №8	19 с. 12 рис.	2	Фонды каф. ГМК
3	Попов А.Г Самброс Э.Г. Волков Г.М.	Вагоны, №13	17 с. 13 рис.	3	Фонды каф. ГМК
4	Юдин А.В.	Карьерные локомотивы, №14	48 с. 6 рис.	3	Фонды каф. ГМК
5	Торов В.С.	Карьерные локомотивы, №14 (сокращенный)	21 с. 2 рис.	3	Фонды каф. ГМК
6	Торов В.С.	Шахтные электровозы, №9	18 с. 6 рис.	3	Фонды каф. ГМК
7	Юдин А.В. Мальцев В.А.	Автомобильный транспорт карьеров, № 22	19 с. 3 рис.	5	Фонды каф. ГМК
8	Попов А.Г	Изучение конструкций ленточных конвейеров, №4	18 с. 10 рис.	7	Фонды каф. ГМК
9	Торов В.С.	Скребковые конвейеры для подземных работ, №3	10 с. 3 рис.	7	Фонды каф. ГМК
10	Осинников Б.Н. Попов А.Г	Скреперные установки, №6	13 с. 6 рис.	3	Фонды каф. ГМК
11	Антонов В.А.	Гидромеханическая передача автосамосвала БелАЗ-7540А, №24	19 с 7 рис.	5	Фонды каф. ГМК
12	Осинников Б.Н.	Генеральный план поверхности шахты, №10	21 с 4 рис.		Фонды каф. ГМК

Практически все, перечисленные в табл. 3 МР содержат конструктивное исполнение общих видов транспортных машин, описание конструкции, а также конструкции отдельных элементов машин. Как правило, графическое исполнение приведено в виде чертежей общего вида, фотографий, в виде чертежей отдельных элементов ТМ, освоение которых и изображение в отчете требует значительного времени. Некоторые описания конструкций элементов ТМ в методических разработках перегружены подробностями.

Методические рекомендации при выполнении ПОЗ:

- общее ознакомление с содержанием МР, освоение цели выполнения задания;

- под руководством преподавателя рассмотрение конструкций натуральных образцов, действующих моделей и макетов машин и их элементов в лаборатории кафедры;

- в сопровождении учебного мастера кафедры производится включение и запуск в действие действующих образцов и моделей ТМ;

- при оформлении отчета по заданию простое переписывание содержания текста МР по изучаемому разделу – *не рекомендуется.* Целесообразно освоить содержание, выделить основные положения и изложить их суть своими словами;

- простое копирование чертежей из МР в отчет – *не рекомендуется.* Целесообоазно изобразить ТМ или ее элементы в принципиальной (структурной) форме с использованием условных стандартных кинематических знаков;

- на схемах, в отчете по работе, элементы машин должны быть обозначены позициями 1,2,3… с разяснением элементов в подрисуночной надписи;

- каждый студент задание выполняет индивидуально и представляет свой отчет преподавателю для оценки.

Порядок проведения ПОЗ рассмотрим на примере методической разработки №2 (табл.3) «Механизированный путевой инструмент для путевых работ». Время выполнения задания 2 часа.

Цель задания:

изучить назначение, принципиальное устройство гидравлического и электрического путевого инструмента, особенности технологии его применения.

2.1. В методической разработке (МР) приведены схемы конструкций и описание следующих путевых инструментов: гидродомкрата, рихтовочного прибора, разгоночного прибора, костылевыдергивателя, гаечного ключа, рельсорезного станка, рельсосверлильного станка, рельсошлифовального станка, шпалоподбойки и др.

2.2. Студенту рекомендуется ознакомиться с конструкцией и описанием каждого инструмента, уяснить его назначение и особенности применения. Из-за сложности чертежей инструментов в МР схемы и подробное описание в отчете не приводить. Рекомендуется в отчете по каждому инструменту дать краткое описание.

Например: путевой домкрат ДГП-6 (рис.1) предназначен для поднятия (вывешивания) рельсов или звеньев рельсошпальной решетки при всех видах ремонта железнодорожного пути.

Включает: ручной масляный насос, плунжер, подвижный цилиндр и неподвижный поршень. Имеет грузоподъемность 80 кН и высоту подъема рельса 200 мм

Костылевыдергиватель КВД-1 (рис. 5) предназначен для выдергивания костылей из деревянных шпал при текущем содержании и ремонте железнодорожного пути. Онт состоит из встроенного электродвигателя, приводящего в действие одноплунжерный масляный насос и двухступенчатый гидроподъемный механизм с цилиндром и двумя поршнями.

2.3. По заданию преподавателя отчет по работе завершить составлением технологического процесса по ремонту или восстановлению участка пути с использованием изученных конструкций путевых инструментов.

2.4. При составлении технологического процесса студент строго соблюдает требуемую последовательность операций.

2.5. Задание может быть сформулировано следующим образом:

- обнаружен лопнувший рельс на одном из участков путей. Выполнить ремонт пути с использованием инструментов при условии, что нового рельса в наличии не имеется;

- заменить изношенный рельс новым;

- заменить целиком поврежденную рельсошпальную решетку и др.

2.6. Отчет по заданию заканчивается составлением технологического процесса, представляемого по форме

№ опе-ра-ции	Наименование технологической операции	Тип применяемого инструмента	Примечание
1			
2			
3			

2.7. Каждый член подгруппы представляет отдельный отчет для оценки. При соответствии материала требованиям задания работа оценивается как «зачтено», при несоответствии – отчет требует доработки.

Список литературы

1. Транспортное и вспомогательное оборудование на карьерах / под общ. ред. В.С. Виноградова. М.: Недра, 1976. 385 с.

2. Элеуктроподвижной состав промышленного транспорта: справочник / под общ. ред. Л.В. Баллона. М.: Транспорт, 1987. 295 с.

3. *Спиваковский А.О., Потапов М.Г.* Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 383 с.

4. *Ржевский В.В.* Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1985. 509 с.

5. *Шешко Е.Е.* Горнотранспортные машины и оборудование для открытых горных работ. М.: Изд. МГГУ, 2006. 266 с.

6. Транспорт на горных предприятиях / под общ. ред. Б.А. Кузнецова. М.: Недра, 1976. 548 с.

7. *Кулешов А.А.* Мощные экскаваторно-автомобильные комплексы карьеров. М.: Недра, 1980. 317 с.

8. *Смирнов В.*П., *Лель Ю.И.* Теория карьерного большегрузного автотранспорта. Екатеринбург: УрОРАН, 2002ю 325 с.

9. *Спиваковский А.О., Потапов М.Г., Приседский Г.В.* Карьерный конвейерный транспорт. М.: Недра, 1979. 260 с.

10. *Васильев М.В., Волотковский В.С., Кармаев Г.Д.* Конвейерный большой протяженности на открытых работах. М.: Недра, 1977. 246 с.

11. Справочник по горнотранспортным машинам непрерывного действия. М.: Недра, 1982. 191 с.

12. Конвейеры: Справочник Л.: Машиностроение, 1984. 368 с.

13. *Дьяков В.А., Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г.* Ленточные конвейеры в горной промышленности. М.: Недра, 1982.

14. *Бирюков И.В., Савоськин А.Н., Бурчак Г.П. и др.* Механическая часть подвижного состава: учебник для вузов ж-д трансп. / Под ред. И.В. Бирюкова. М.: Транспорт, 1992. 440 с.

15. *Медель В.Б.* Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика: учебник для вузов ж-д транспорта, изд. 4-е, М.: Транспорт, 1974. 232 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по дисциплине

Б1.В.08 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Белов С. В., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры
Горной механики

Зав.кафедрой
Макаров Н.В.
Протокол № 1 от 09.09.2022

Рассмотрены методической комиссией
горно-механического факультета

Председатель
Осипов П.А.
Протокол № 1 от 13.09.2022

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ 5

2. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 6

3. Виды контроля 7

ЛИТЕРАТУРА 7

ВВЕДЕНИЕ

Цель практических занятий: закрепление применения полученных теоретических знаний по грузоподъемным машинам.

Практические занятия призваны закреплять теоретический материал по следующим компетенциям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки ***21.05.04 Горное дело***, специализации ***«Горные машины и оборудование»***:

в производственно-технологической деятельности

- способен рационально эксплуатировать горные машины и оборудование различного функционального назначения в различных климатических, горно-геологических и горнотехнических условиях (ПК-1.2);
- способен создавать и (или) эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по переработке твердых полезных ископаемых (ПК-1.7).

Результат изучения дисциплины «Грузоподъемные машины и механизмы»:

Знать:

- историю развития грузоподъемной техники, современные отечественные и зарубежные достижения в области грузоподъемных машин и механизмов;
- основные термины и понятия в области грузоподъемной техники, нормативные документы, регламентирующие безопасность, проектирование и эксплуатацию грузоподъемных машин и механизмов;
- фундаментальные основы теории грузоподъемной техники;
- методики выбора и инженерного расчета грузоподъемных машин и механизмов;
- типовые конструкции и схемы грузоподъемных машин и механизмов.

Уметь:

- выполнять необходимые инженерные расчеты по конструкции машин и механизмов, их функционированию в технологическом процессе;
- разрабатывать проекты деталей и узлов грузоподъемного оборудования, оформлять конструкторско-технологическую документацию;
- создавать и эксплуатировать грузоподъемное оборудование, его автоматизированные системы управления, обеспечивающие эффективную и безопасную реализацию технологических процессов;
- разрабатывать, согласовывать и утверждать нормативные документы, регламентирующие порядок эксплуатации грузоподъемной техники.

Владеть:

- методами инженерного расчета и выбора основных параметров грузоподъемных машин и механизмов;
- навыками проектирования деталей и сборочных узлов машин и механизмов;
- навыками оформления рабочих и сборочных чертежей.

.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению

задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний студентов — их теоретической готовности к выполнению задания.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие частично поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

При планировании практических занятий преподаватель использует различное сочетание репродуктивных, частично поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации студентов на практических занятиях:

- фронтальная,

- групповая

- индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2—5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Содержанием практических занятий является:

• решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.);

• выполнение вычислений, расчетов, чертежей;

• изучение, заполнение, разработка инструкционных и технологических карт;

• работа с измерительными приборами, оборудованием;

• самостоятельное выполнение технологических операций;

• работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками;

• составление технической и специальной документации и др

2. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическая работа № 1
ПОВЕРХНОСТНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Целью работы является изучение вопросов:

1. Основные элементы подъемных установок.
2. Конструкции копров и копровых шкивов.
3. Оборудование здания подъемных машин.
4. Основные требования ПБ к конструкциям подъемных установок

Практическая работа № 2
ПОДЪЕМНЫЕ КАНАТЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ИХ ЦЕЛОСТНОСТИ

Целью работы является изучение вопросов:

1. Назначение и устройство канатов.
2. Классификация канатов и их обозначение по ГОСТ.
3. Контроль состояния каната.
4. Требования правил безопасности к подъемным канатам.

Практическая работа № 3
КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ

Целью работы является изучение вопросов:

1. Назначение и классификация подъемных сосудов
2. Конструкции клетей.
3. Конструкции скипов.
4. Конструкции бадей.
5. Требования Правил Безопасности к конструкциям подъемных сосудов.

Практическая работа № 4
КОНСТРУКЦИИ ПОДВЕСНЫХ УСТРОЙСТВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ

Целью работы является изучение вопросов:

1. Назначение и классификация подвесных устройств.
2. Конструкции подвесных устройств подъемных сосудов и область их применения.
3. Требования Правил Безопасности, предъявляемые к подвесным и прицепным устройствам.

Практическая работа № 5
КОНСТРУКЦИИ ПАРАШЮТНЫХ УСТРОЙСТВ

Целью работы является изучение вопросов:

1. Назначение, классификация и общее устройство парашютов.
2. Конструктивные особенности типовых парашютных устройств.
3. Основные правила безопасной эксплуатации парашютных устройств.

Практическая работа № 6

КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Целью работы является изучение вопросов:

1. Назначение и общее устройство подъемных машин
2. Классификация подъемных машин
3. Конструкции коренных частей подъемных машин
4. Механизмы перестановки барабанов
5. Редукторы и привод подъемных машин
6. Аппаратура управления, контроля и защиты подъемных установок
7. Требования Правил Безопасности к конструкциям подъемных машин

Практическая работа № 7

ТОРМОЗНЫЕ УСТРОЙСТВА ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Целью работы является изучение вопросов:

1. Назначение и основные элементы тормозных систем подъемных машин
2. Конструкции исполнительных органов тормозных устройств
3. Приводы исполнительных органов тормозных устройств
4. Системы управления тормозом подъемных машин
5. Правила безопасности при эксплуатации тормозных устройств подъемных машин

Практическая работа № 8

ЭЛЕМЕНТЫ НАКЛОННОГО ПОДЪЕМА

Целью работы является изучение следующих вопросов:

1. Основные схемы наклонных подъемников
2. Конструктивные элементы наклонного подъема для подземных выработок
2.1. Конструкции клетей
2.2. Конструкции скипов
3. Конструктивные элементы наклонного подъема для карьеров
3.1. Грузовой подъем
3.2. Скиповой подъем
4. Конструкции вспомогательного оборудования наклонного подъема.
5. Правила Безопасности при эксплуатации наклонных подъемников.

3. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Оценивание практических работ проводится дифференцированно (по пятибалльной системе) и при определении оценок за семестр рассматривается как один из основных показателей текущего учета знаний.

Общие указания к проведению практических занятий и оформлению отчетов

Тематика лабораторных работ на каждое занятие объявляется студентам заблаговременно.

До прихода в лабораторию студент обязан ознакомиться с содержанием и методикой выполнения лабораторных работ.

Лабораторные работы выполняются студентом индивидуально с оформлением отчета в тетрадях по практикуму. Отчет содержит название и цель работы, назначение и описание конструкции устройства, эскиз устройства или его ксерокопию.

В случае не предоставления отчетов по ранее проведенным работам, к выполнению последующих студент не допускается.

Отчеты защищаются, как правило, в индивидуальном порядке в форме беседы с преподавателем.

Перечень основных контрольных вопросов приводится в практикуме.

По результатам собеседования выставляется оценка в журнале.

После выполнения и защиты всех работ отчет остается у студента для подготовки к экзамену.

Вопросы для самоконтроля

Назначение копров подъемных установок.

Назовите основные элементы конструкции копров.

Перечислите виды копров.

Назначение шкивов трения.

Конструкции шкивов и основные стандарты на изготовление шкивов.

Дайте классификацию подъемных установок.

Перечислите основные элементы подъемной установки.

Приведите классификацию подъемных канатов по назначению.

Перечислите элементы устройства каната.

Перечислите виды покрытий и марки каната.

Назовите виды материалов сердечников каната.

Какие типы канатов используются в качестве хвостовых и подвесных.

Дайте расшифровку каната ГОСТ 3079-69 тип ТЛК-О конструкции 6 × 37 = 222 проволоки с О.С. (прядь 1+6+15+15).

Основные требования ПБ по запасу прочности канатов.

Основные требования и правила проверки эксплуатации канатов.

Назначение подвесных устройств.

Перечислите основные типы подвесных устройств и их конструкций.

Назовите основные элементы коуша (КРГ).

Основные требования ПБ к подвесным устройствам.

Назначение и основные типы парашютных устройств.

Перечислите основные элементы ловителя парашютов (ПТК).

Назначение и конструкция парашютного устройства МПТ (ПТК).

Устройство и назначение амортизаторного устройства.

Назначение и конструкция парашютного устройства ПКЛ.

Конструкция ловителя парашютного устройства ПКИ.

Конструкция парашютного устройства РКЭ.

Конструкция парашютного устройства ПДП.

Конструкция парашютных устройств типа ПШТП и ПКЛШ.

Основные требования ПБ к эксплуатации парашютных устройств.

Назовите преимущества и недостатки основных подъемных сосудов и область их применения.

Назовите элементы конструкции опрокидной и неопрокидной клетей.

Перечислите элементы конструкции скипа.

Основные ПБ при эксплуатации подъемных сосудов.

Назовите область применения, преимущества и недостатки различных типов подъемных машин.

Назначение и устройство подъемной машины типа БЦК:× 2.

Назначение и устройство подъемной машины типа 2Ц - 5 × 2,4.

Назначение и устройство подъемной машины с разрезным барабаном типа ЦР - 3,5 × 3/0,9.

Перечислите механизмы перестановки и принцип их действия.

Принцип действия многоканатной ПУ со шкивами трения (МК 2,5 х 2).

Назначение и основные элементы тормоза подъемной машины.

Типы и конструкции исполнительных органов тормозов.

Устройство привода тормоза и его работа.

Какие нормы ПБ длине струны каната и углам девиации.

Основные ПБ при эксплуатации подъемных машин.

Какие нормы ПБ регламентируют движение подъемных сосудов в стволе людского и грузового подъема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальский В. Д. Методические указания по выполнению лабораторных работ при изучении подъемных машин и тормозных устройств студентами всех специальностей. Кривой Рог. Изд. КГРУ, 1980, 24 с.

2. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. Ч. I, II. М. НПО-ОБТ. 1996, 215 с.
3. Керопян А.М. Грузоподъемные машины и оборудование [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению практических работ / А.М. Керопян, А.Е. Кривенко, Д.А. Кузиев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2017. — 18 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/71673.html

4. Гришко, А. П. Стационарные машины Т. 1 Рудничные подъемные установки: учебник для вузов / А. П. Гришко. – Москва: Издательство МГГУ, 2006. – 477 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.08 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Белов С.В., к.т.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры
Горной механики

Зав.кафедрой _____
Макаров Н.В.
Протокол № 1 от 09.09.2022

Рассмотрены методической комиссией
горно-механического факультета

Председатель _____
Осипов П.А.
Протокол № 1 от 13.09.2022

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 7
Подготовка к зачёту 7
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько),

на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.01.02 ТЕПЛОТЕХНИКА И СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ

Специальность
21.04.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**
Год набора: **2023**

Автор: Белов С.В., профессор, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры
Горной механики

Зав.кафедрой _____
Макаров Н.В.
Протокол № 1 от 09.09.2022

Рассмотрены методической комиссией
горно-механического факультета

Председатель _____
Осипов П.А.
Протокол № 1 от 13.09.2022

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;

– составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
– составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
– изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
– подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
– оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

– проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
– выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
– приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.В.ДВ.02.01 ПАТЕНТОВЕДЕНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Авторы: Комиссаров А.П., д-р. техн. наук, профессор,
Бочков В.С., канд. техн. наук

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лагунова Ю. А.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 31.08.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Переход России к рыночной экономике, расширение ее торгово-экономических отношений с зарубежными странами все более остро ставят на повестку дня вопросы интеллектуальной собственности, т. е. защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере.

Дисциплина «Патентоведение» подготавливает будущего специалиста к решению задач в области своей профессиональной деятельности на основе знания законодательства об интеллектуальной собственности, основных прав создателей и пользователей объектов интеллектуальной собственности, и способов их защиты.

1. ПАТЕНТНОЕ ПРАВО КАК РАЗДЕЛ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ОБ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Среди объектов гражданских прав, т. е. тех материальных и духовных благ, по поводу которых субъекты гражданского права вступают между собой в правовые отношения, ст. 1225 Гражданского кодекса Российской Федерации (далее – Кодекс) называет результаты интеллектуальной деятельности. Одновременно законодатель использует для их обозначения такое собирательное понятие, как интеллектуальная собственность.

Интеллектуальная собственность – результаты интеллектуальной деятельности и приравненные к ним средства индивидуализации юридических лиц, товаров, работ, услуг и предприятий, которым предоставляется правовая охрана.

Понятие «интеллектуальная собственность» является обобщающим по отношению к таким используемым в законодательстве и в юридической литературе понятиям, как «литературная и художественная собственность». Последние обозначают, соответственно, авторское право, действие которого распространяется также на результаты научного творчества («научная собственность»), и патентное право вместе с примыкающим к нему законодательством об охране средств индивидуализации участников гражданского оборота и производимой ими продукции (работ, услуг).

Патентное право регулирует имущественные, а также связанные с ними личные неимущественные отношения, возникающие в связи с созданием и использованием объектов патентных прав (изобретений, полезных моделей и промышленных образцов), охраняемых посредством специальных свидетельств, выдаваемых правительством – патентов.

1.1. Патентные права. Двойственный характер патентных прав

На результаты интеллектуальной деятельности признаются интеллектуальные права, которые включают исключительное право, являющееся имущественным правом, а в случаях, предусмотренных ГК РФ, также личные неимущественные права.

Интеллектуальные права на изобретения, полезные модели и промышленные образцы являются патентными правами.

Автору изобретения, полезной модели или промышленного образца принадлежат следующие права:

– исключительное право;

– право авторства и право автора на имя;

– право на получение патента;

– право на вознаграждение за использование служебного изобретения, полезной модели или промышленного образца.

Исключительное право – это право правообладателя (гражданина или юридического лица) использовать результат интеллектуальной деятельности по своему усмотрению любым не противоречащим закону способом. Правообладатель может распоряжаться исключительным правом на результат интеллектуальной деятельности, если Кодексом не предусмотрено иное.

Правообладатель может по своему усмотрению разрешать или запрещать другим лицам использование результата интеллектуальной деятельности. Отсутствие запрета не считается согласием (разрешением).

Исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности действуют в течение определенного срока, за исключением случаев, предусмотренным Кодексом.

Право авторства – право признаваться автором результата интеллектуальной деятельности и *право автора на имя* – право использовать результат интеллектуальной деятельности под своим именем.

Право на получение патента первоначально принадлежит автору изобретения, полезной модели или промышленного образца. Данное право может перейти к другому лицу (правопреемнику) или быть ему передано, например, по трудовому договору.

Двойственный характер патентных прав. В настоящее время практически никто не ставит под сомнение двойственную природу патентных прав. С одной стороны, создателю творческого результата принадлежит право на его использование, которое носит исключительный характер и в принципе может передаваться другим лицам (предоставляется разрешение на использование результата). Данное право относится к числу имущественных прав и по целому ряду признаков действительно сходно с правом собственности. С другой стороны, автор обладает совокупностью личных неимущественных (моральных) прав, таких, как право авторства, право на авторское имя и т. д., которые не могут отчуждаться от их обладателя в силу самой их природы. При этом между имущественными и личными правами не существует непреодолимой грани, напротив, они теснейшим образом взаимосвязаны и переплетены, образуя между собой неразрывное единство.

Обозначение данной совокупности прав термином «интеллектуальная собственность», конечно, является условным и своего рода данью исторической традиции. Сейчас вряд ли кто-либо из тех, кто использует рассматриваемое понятие для обозначения совокупности прав, которыми обладают создатели творческих и иных интеллектуальных достижений и их правопреемники, допускает распро-

странение на них правового режима, применяемого к имуществу. Поэтому те критические стрелы, которые время от времени выпускаются на понятие интеллектуальной собственности, используемое в современном законодательстве и юридической литературе, как правило, летят мимо цели. Как представляется, сама живучесть термина «интеллектуальная собственность», каким бы неточным он ни был при ближайшем рассмотрении, лучше, чем что-либо другое, доказывает удачность данного названия той совокупности исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности, которая возникает у их создателей и правообладателей.

1.2. Задачи и принципы патентного права

Основной задачей патентного права является стимулирование творческой деятельности по созданию объектов патентных прав.

В этих целях оно должно способствовать созданию условий для занятия творческим трудом, обеспечивать правовое признание и охрану достигнутых творческих результатов, закрепление за авторами прав на использование созданных ими изобретений, произведений и т. д. С другой стороны, задачей законодательства считается создание условий для широкого использования творческих достижений в интересах общества. Иными словами, повышение уровня охраны прав авторов ни в коем случае не должно препятствовать использованию результатов интеллектуальной деятельности в целях образования и развития экономики страны или служить помехой в стремлении самой широкой аудитории специалистов, читателей, зрителей, слушателей ознакомиться с ними.

В качестве принципов российского патентного права, т. е. отправных идей, которые пронизывают всю систему патентно-правовых норм и служат исходной базой для ее дальнейшего развития и разрешения прямо не урегулированных законом ситуаций, могут быть названы следующие положения. Прежде всего, важнейшим отправным началом патентного права является признание за патентообладателем исключительного права на использование запатентованного объекта. Это положение, являющееся краеугольным камнем патентной системы, означает, что только патентообладатель может изготавливать, применять, ввозить, продавать и иным образом вводить в хозяйственный оборот запатентованную разработку. Напротив, все другие лица должны воздерживаться от ее использования, не санкционированного патентообладателем. Таким образом, патентообладателю принадлежит абсолютное право на разработку, а на всех других лицах лежит пассивная обязанность воздерживаться от нарушения прав патентообладателя. Любое не санкционированное договором или законом вторжение в исключительную сферу патентообладателя должно пресекаться, а нарушитель подвергаться предусмотренным законом санкциям.

Признание и всемерная охрана патентной монополии не исключают, однако, выполнения патентным правом и функции защиты общественных интересов. Более того, соблюдение разумного баланса интересов патентообладателя, с одной стороны, и интересов общества – с другой, вполне может рассматриваться в каче-

стве второго исходного начала (принципа) патентного права. Одним из конкретных его проявлений служит ограничение действия патента определенным сроком, после истечения которого разработка поступает во всеобщее пользование. Кроме того, условием предоставления патентно-правовой охраны той или иной разработке является внесение разработчиком действительного вклада в уровень техники и тем самым обогащение общественных знаний. В этих целях проводится проверка заявляемых решений, а также создание условий для ознакомления любых заинтересованных лиц с новейшими разработками. Наконец, в общественных интересах закон устанавливает случаи так называемого свободного использования запатентованных разработок. Разовое изготовление лекарств в аптеках по рецептам врача, проведение научного эксперимента и т. д. – эти и некоторые другие изъятия из сферы патентной монополии, продиктованные общественными потребностями, выражают взвешенный баланс интересов патентообладателя и общества.

Следующим принципом патентного права является предоставление охраны лишь тем разработкам, которые в официальном порядке признаны патентоспособными изобретениями, полезными моделями и промышленными образцами. Для получения охраны заинтересованное лицо должно оформит и подать в Патентное ведомство особую заявку, которая рассматривается последним с соблюдением определенной процедуры и в случае соответствия заявленного объекта требованиям закона удовлетворяется. Если заявка на выдачу патента в Патентное ведомство не подавалась, разработка, которая объективно отвечает всем критериям патентоспособности, объектом охраны со стороны патентного права не становится. В этом состоит еще одно существенное различие между патентным и авторским правами. Авторское право охраняет любые творческие произведения, находящиеся в объективной форме. Для предоставления правовой охраны произведению по российскому законодательству не требуется выполнения каких-либо формальностей. Напротив, по патентному праву формальности, связанные с официальным признанием патентоспособности разработки, являются обязательным условием охраны. Это продиктовано целым рядом причин. К ним относятся и объективная повторимость тех решений, которые охраняются патентным правом, и предоставление охраны только тем разработкам, которые обладают новизной, и необходимость раскрытия сущности решения как условие предоставления охраны и т. д. В этой связи большое значение в патентном праве имеет понятие приоритета, которое неизвестно авторскому праву. На государственное признание и охрану своих прав могут претендовать только те заявители, которые первыми подали правильно оформленную заявку на выдачу патента.

Наконец, в качестве принципа патентного права может рассматриваться положение, согласно которому законом признаются и охраняются права и интересы не только патентодателей, но и действительных создателей изобретений, полезных моделей и промышленных образцов. Данный принцип находит отражение во многих нормах патентного права. Прежде всего, именно действительным разработчикам предоставляется возможность получить патент и стать патентообладателями. Если в соответствии с законом право на получение патента имеет иное

лицо, например, работодатель, закон гарантирует получение разработчиками вознаграждения, соразмерного выгоде, которая получена или могла бы быть получена работодателем при надлежащем использовании разработки. При подаче заявки на выдачу патента лицом, которое не является разработчиком, это лицо должно представить доказательства, подтверждающие его право на подачу заявки. За разработчиками во всех случаях признаются личные неимущественные права на созданный ими объект, которые являются бессрочными и непередаваемыми.

Названные выше принципы определяют конкретное содержание основных норм патентного права, являются его исходными началами и служат предпосылками его дальнейшего развития. Знание этих принципов помогает лучше понять содержание конкретных патентно-правовых норм, способствует их правильному применению на практике и дает определенные ориентиры для разрешения тех жизненных ситуаций, которые прямо не урегулированы действующим законодательством.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ПАТЕНТНЫХ ПРАВ

Объектами патентных прав являются результаты интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, отвечающие установленным требованиям, и результаты интеллектуальной деятельности в сфере художественного конструирования, отвечающие требованиям к промышленным образцам.

Не могут быть объектами патентных прав:

– способы клонирования человека;

– решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

2.1. Понятие изобретения и условия патентоспособности заявляемого технического решения

В качестве изобретения охраняется техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств).

Любое решение задачи, заявляемое в качестве изобретения, должно подпадать под один из названных объектов. Это позволяет, во-первых, отграничивать технические решения от нетехнических и, во-вторых, обеспечивает объективную возможность контроля за использованием охраняемых законом изобретений. Четкое разграничение объектов изобретений имеет важное правовое значение, поскольку вид объекта определяет объем прав патентообладателя, влияет на содержание описания изобретения, специфику контрафактных действий и т. п.

К устройствам как объектам изобретения относятся конструкции и изделия. Под устройством понимается система расположенных в пространстве элементов, определенным образом взаимодействующих друг с другом. Для характеристики устройств используются конструктивные средства – наличие конструктивных

элементов, наличие связи между элементами, их взаимное расположение, форма выполнения элементов или устройства в целом, параметры и другие характеристики элементов, материал, из которого выполнены элементы или устройство в целом, и т. п. К устройствам как объектам изобретений относятся всевозможные конструкции и изделия – машины, приборы, механизмы, инструменты, транспортные средства, оборудование, сооружения и т. д. По сравнению с другими видами технических решений изобретения-устройства обеспечивают наиболее действенный контроль за их фактическим использованием, что и определяет их относительную распространенность.

Вещество представляет собой искусственно созданное материальное образование, являющееся совокупностью взаимосвязанных элементов.

К способам как объектам изобретения относятся процессы выполнения действий над материальным объектом с помощью материальных объектов. Способ – это совокупность приемов, выполняемых в определенной последовательности или с соблюдением определенных правил. Как объект изобретения способ характеризуется технологическими средствами – наличием определенного действия или совокупности действий, порядком выполнения таких действий (последовательно, одновременно, в различных сочетаниях и т. п.), условиями осуществления действий, режимом использования веществ (исходного сырья, реагентов, катализаторов и т. д.), устройств (приспособлений, инструментов, оборудования и т. д.), штаммов микроорганизмов и т. д.

Способы как процессы выполнения действий над материальными объектами обычно подразделяются на: способы, направленные на изготовление продуктов (изделий, веществ и т. д.); способы, направленные на изменение состояния предметов материального мира без получения конкретных продуктов (транспортировка, обработка, регулирование и т. д.); способы, в результате которых определяется состояние предметов материального мира (контроль, измерение, диагностика и т. д.). Специфика изобретений-способов, направленных на изготовление продуктов, заключается в том, что действие патента, выданного на такой способ, распространяется и на продукт, изготовленный непосредственно этим способом. Что касается способов третьей группы, то с принятием нового закона патенты стали выдаваться также на способы профилактики, диагностики и лечения заболеваний, которые ранее охранялись только авторскими свидетельствами.

Наряду с объектами изобретений в законе содержится перечень творческих результатов, которые не признаются патентоспособными изобретениями. К ним относятся:

– открытия;

– научные теории и математические методы;

– решения, касающиеся только внешнего вида изделий и направленные на удовлетворение эстетических потребностей;

– правила и методы игр, интеллектуальной или хозяйственной деятельности;

– программы для электронных вычислительных машин;

– решения, заключающиеся только в представлении информации;

– сорта растений, породы животных и биологические способы их получения, за исключением микробиологических способов и продуктов, полученных такими способами;

– топологии интегральных микросхем;

– решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

В соответствии со статьей 1350 ГК РФ «изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо». Подобный подход заслуживает поддержки как согласующийся с мировой патентной практикой, которая, как правило, акцентирует внимание не на любых признаках объекта охраны, а лишь на тех, наличие которых необходимо для предоставления охраны.

Новизна изобретения как первое и непременное условие его патентоспособности всегда была характерным признаком изобретений как в России, так и за рубежом. Так, в соответствии с п. 21 Положения об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях 1973 г., решение признавалось новым, если до даты приоритета заявки сущность этого или тождественного решения не была раскрыта для неопределенного круга лиц настолько, что стало возможным его осуществление. В советской юридической литературе давно и справедливо обращалось внимание на то, что такое определение новизны являлось недостаточно четким и порождало бесконечные споры в отношении правомерности противопоставления, заявке неопубликованных материалов, носящих служебный характер (отчеты о научно-исследовательских работах, конструкторская и проектная документация и т. д.), а также сведений об открытом применении изобретений.

В новом законе новизна определяется как неизвестность изобретения из сведений об уровне техники. Далее раскрывается само понятие «уровень техники»: сведения об уровне техники включают в себя любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения. Данная формулировка позволяет акцентировать внимание на четырех моментах. Во-первых, при исследовании новизны заявленного решения используются лишь общедоступные сведения. Под ними понимаются сведения, содержащиеся в источнике, с которым любое лицо имело возможность ознакомиться само либо о содержании которого могло быть ему законным образом сообщено. Всякого рода служебная, закрытая, секретная и т. п. информация во внимание не принимается. Это, пожалуй, главное изменение в понимании новизны, которое произошло с принятием нового закона. Во-вторых, в уровень техники включаются любые сведения, раскрывающие сущность изобретения, независимо от того, в какой форме (устной, письменной, официальной, неофициальной и т. д.) они стали доступными публике. В-третьих, речь идет о сведениях, ставших общедоступными не только в России, но и в зарубежных странах. Иными словами, новизна изобретения должна носить абсолютный мировой характер. В-четвертых, при определении новизны могут использоваться только те сведения, которые стали общедоступными до даты приоритета изобретения. Сведения, раскрывающие сущность изобретения, которые появились после этой даты, во внимание не принимаются.

При определении уровня техники используются удовлетворяющие условию общедоступности сведения, представленные, в частности, в следующих источниках информации:

– опубликованные описания к охранным документам, опубликованные заявки на изобретения – с даты публикации;

– российские издания – с даты подписания в печать;

– иные издания – с даты выпуска в свет, а при отсутствии возможности ее установления – с последнего дня месяца или с 31 декабря указанного в издании года, если время выпуска в свет определено соответственно лишь месяцами и (или) годами;

– депонированные рукописи статей, обзоров, монографий и других материалов – с даты депонирования;

– отчеты о научно-исследовательских работах, пояснительные записки к опытно-конструкторским работам и другая конструкторская, технологическая и проектная документация, находящаяся в органах научно-технической информации, – с даты поступления в эти органы;

– нормативно-техническая документация (ГОСТ, ТУ и т. д.) – с даты регистрации ее в уполномоченных на то органах;

– материалы диссертаций и авторефераты диссертаций, изданные на правах рукописи, – с даты поступления в библиотеку;

– принятые на конкурс работы – с даты выкладки их для ознакомления, подтвержденной документами, относящимися к проведению конкурса;

– визуально воспринимаемые источники информации (плакаты, проспекты, чертежи, схемы, фотоснимки, модели, изделия и т. п.) – с даты, когда стало возможным их обозрение при наличии подтверждения официальными документами;

– экспонаты, помещенные на выставке, – с даты начала их показа, подтвержденной официальным документом;

– устные доклады, лекции, выступления – с даты, когда был сделан доклад, прочитана лекция, состоялось выступление, если они зафиксированы аппаратами звукозаписи или стенографически в порядке, установленном действовавшими на указанную дату правилами проведения соответствующих мероприятий;

– сообщения посредством радио, телевидении, кино и т. п. – с даты такого сообщения, если оно зафиксировано на соответствующем носителе информации в установленном порядке, действовавшем на указанную дату;

– сведения о техническом средстве, ставшие известными в результате его использования в производственном процессе, в изготовляемой или эксплуатируемой продукции, в том числе в опытном образце, переданном в эксплуатацию, либо иного введения в хозяйственный оборот, – с даты, указанной в официальном документе, подтверждающем общедоступный характер таких сведений.

Как видим, при проведении патентной экспертизы заявке могут быть противопоставлены либо такие сведения об изобретении, которые почерпнуты из открыто опубликованных источников, либо сведения об открытом применении изобретения. Из этого правила есть, однако, исключение, прямо указанное в законе. При исследовании новизны изобретения в сведения об уровне техники входят

также ранее поданные неопубликованные заявки на изобретения и полезные модели других авторов, а также запатентованные в РФ изобретения и полезные модели (с даты их приоритета). Совершенно очевидно, что эти заявки не могут относиться к общедоступным сведениям. Однако едва ли нужно доказывать необходимость их учета при исследовании новизны изобретения. Патентное право не допускает выдачи двух патентов на тождественные изобретения, патент выдается лишь по заявке, обладающей приоритетом. Поэтому закон подчеркивает, что сведения о ранее поданных заявках и запатентованных объектах учитываются, но исключительно при определении новизны изобретения. При оценке изобретательского уровня они во внимание не принимаются.

Новизна изобретения устанавливается по отношению к уровню техники, который определяется на дату приоритета изобретения. По общему правилу приоритет изобретения устанавливается по дате поступления в Федеральную службу по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (РОСПАТЕНТ) заявки, содержащей заявление о выдаче патента, описание, формулу и чертежи, если в описании на них имеется ссылка.

Определение новизны изобретения производится путем сравнения совокупности его существенных признаков с признаками, известными из уровня техники объектов того же назначения. Иными словами, при анализе уровня техники во время проверки новизны заявленного изобретения выявляются аналоги изобретения. Сравнение производится с каждым из аналогов в отдельности. При определении новизны изобретения не допускается приведение нескольких источников информации для доказательства известности совокупности признаков изобретения.

Раскрытие информации, относящейся к изобретению, автором изобретения, заявителей или любым лицом, получившим от них прямо или косвенно эту информацию, в результате чего сведения о сущности изобретения стали общедоступными, не является обстоятельством, препятствующим признанию патентоспособности изобретения, при условии, что заявка на выдачу патента на изобретение подана в Федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности в течение шести месяцев со дня раскрытия информации. Бремя доказывания того, что обстоятельства, в силу которых раскрытие информации не препятствует признанию патентоспособности изобретения, имели место, лежит на заявителе.

Вторым критерием патентоспособности изобретения является изобретательский уровень. Он заменил собой признак «существенные отличия», которым оперировало ранее действовавшее в СССР законодательство. Как представляется, указанные понятия, в сущности, выражают, хотя и в разных формах, одно и то же требование к изобретению, а именно служат показателем его качественного уровня сложности решаемой им задачи. Не случайно именно по признаку наличия или отсутствия существенных отличий в техническом решений многие годы в советском праве проводилось основное разграничение между изобретениями и рационализаторскими предложениями. Заметим попутно, что эту роль

при разграничении изобретений и полезных моделей выполняет ныне признак «изобретательский уровень».

Необходимость особого критерия, позволяющего признавать патентоспособными изобретениями лишь такие разработки, которые вносят вклад в научный и технический прогресс, почти никем из специалистов не ставится под сомнение. На первый взгляд, эту функцию может выполнять признак новизны, который обычно выражает творческое начало. Однако совершенно очевидно, что далеко не всякое решение, которое с полным основанием должно быть признано новым, можно считать и вносящим вклад в уровень техники. Например, обладая некими доступными знаниями в той или иной области техники, любой средний специалист легко может составить большое количество комбинаций известных средств, каждая из которых будет новой, но едва ли в большинстве случаев это будет означать выход за уже известное науке и технике. Поэтому в патентных законах подавляющего большинства стран присутствует, хотя и под разными названиями (изобретательский уровень, неочевидность, изобретательская деятельность, изобретательский шаг (существенные отличия) критерий, с помощью которого охраноспособное изобретение отграничивается от обычных инженерных разработок или объектов, к которым не предъявляются подобные требования.

Проверка изобретательского уровня проводится в отношении изобретения, охарактеризованного в независимом пункте формулы, и включает:

– определение наиболее близкого аналога;

– выявление признаков, которыми отличается заявленное изобретение от наиболее близкого аналога;

– выявление из уровня техники решений, имеющих признаки, совпадающие с отличительными признаками рассматриваемого изобретения.

Изобретение признается соответствующим условию изобретательского уровня, если не выявлены решения, имеющие признаки, совпадающие с его отличительными признаками, или такие решения выявлены, но не подтверждена известность влияния отличительных признаков на указанный заявителем технический результат. Важно подчеркнуть, что известность влияния отличительных признаков заявленного изобретения на технический результат может быть подтверждена как одним, так и несколькими источниками информации.

При этом принимаются во внимание только общедоступные сведения. Поданные неотозванные заявки на изобретения и полезные модели, а также запатентованные в России изобретения и полезные модели, если сведения о них не опубликованы, в уровень техники при исследовании изобретательского уровня не включаются.

Завершая рассмотрение критерия «изобретательский уровень», следует отметить, что в российском законодательстве, как и в законодательстве ряда других стран, использующих аналогичный критерий патентоспособности, закреплен примерный перечень (свод) негативных и позитивных правил определения изобретательского уровня. Так, согласно Правил составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на изобретение, не соответствуют условию изобрета-

тельского уровня решения, предписывающие, в частности, следующие преобразования:

– дополнение известного средства какой-либо известной частью (частями), присоединяемой к нему по известным правилам, для достижения технического результата, в отношении которого установлено влияние именно таких дополнений;

– исключение какой-либо части средства (элемента, действия) с одновременным исключением обусловленной ее наличием функции и достижением при этом обычного для такого исключения результата (упрощение, уменьшение массы, габаритов, материалоемкости и т. п.);

– увеличение количества однотипных элементов, действий для усиления технического результата, обусловленного наличием в средстве именно таких элементов, действий и т. д.

Напротив, требованию изобретательского уровня соответствуют, в частности:

– способ получения нового индивидуального соединения с установленной структурой, основанный на новой для данного класса или группы соединений реакции;

– композиция, состоящая, по крайней мере, из двух известных ингредиентов, обеспечивающая синергетический эффект, и т. д.

Изобретение не рассматривается как не соответствующее изобретательскому уровню из-за его кажущейся простоты и раскрытия в материалах заявки механизма достижения творческого результата, если такое раскрытие стало известно не из уровня техники, а только из материалов заявки.

Третьим критерием патентоспособности изобретения является промышленная применимость.

Изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности. В ранее действовавшем законодательстве признак под таким названием отсутствовал, однако подобное требование к изобретениям выводилось из понятия «техническое решение задачи». Основная роль требования промышленной применимости заключается в проверке возможности реализации заявленного решения в виде конкретного материального средства, а также в выяснении того, действительно ли с помощью данного изобретения достигается декларированный заявителем результат. При этом следует подчеркнуть, что в понятие промышленной применимости не включается требование положительного эффекта в том его смысле, какой в него вкладывался прежним советским изобретательским правом. Промышленная применимость означает лишь принципиальную возможность использования изобретения в одной из отраслей деятельности, однако отнюдь не свидетельствует о преимуществах и достоинствах заявляемого изобретения перед известными решениями. С позиции современного российского патентного законодательства полезность и нужность изобретения должны оцениваться не на стадии проведения экспертизы, а в практической деятельности и в условиях рыночной конъюнктуры. Не входит в понятие «промышленная приме-

нимость» и требование технической прогрессивности заявленного решения, которое российским законодательством к изобретениям не предъявляется.

Оценка соответствия заявленного изобретения требованию промышленной применимости включает проверку выполнения следующей совокупности условий:

– средство, воплощающее заявленное изобретение при его осуществлении, предназначено для использования в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, других отраслях деятельности;

– для заявленного изобретения в том виде, как оно охарактеризовано в независимом пункте принятой к рассмотрению формулы изобретения, подтверждена возможность его осуществления с помощью описанных в заявке или известных до даты приоритета средств и методов;

– средство, воплощающее заявленное изобретение при его осуществлении, способно обеспечить достижение усматриваемого заявителем технического результата.

Не является основанием для вывода о несоответствии заявленного изобретения требованию промышленной применимости несоблюдение какого-либо из этих условий для частных форм выполнения изобретения, охарактеризованных в зависимых пунктах формулы изобретения.

2.2. Понятие полезной модели и условие патентоспособности заявляемого технического решения

В качестве полезной модели охраняются новые и промышленно применимые решения, относящиеся к устройству, т. е. конструктивному выполнению средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. Полезная модель – новый для российского патентного права объект, практика охраны которого пока лишь начинает складываться. В этой связи для уяснения основных его признаков может оказаться полезным сравнительный анализ соответствующих положений российского патентного закона с законодательством о полезных моделях тех стран, которые имеют богатый опыт охраны данного объекта интеллектуальной собственности (ФРГ, Испания, Италия, Япония и др.).

Как известно, понятием «полезная модель» обычно охватываются такие технические новшества, которые по своим внешним признакам очень напоминают патентоспособные изобретения, однако являются менее значительными с точки зрения их вклада в уровень техники. Законодательство тех стран, которые предусматривают особую охрану подобных объектов, устанавливает, как правило, более упрощенный порядок выдачи на них охранных документов (иногда именуемых малыми патентами), сокращенный срок их действия, менее значительные пошлины и т. п. Что касается круга охраняемых в качестве полезных моделей объектов, то в мировой практике наметились два подхода. В одних странах, в частности в Японии, понятие полезной модели толкуется расширительно и охватывает собой практически тот же перечень объектов, которые могут быть признаны изобретениями, то есть устройства, способы, вещества и т. п. В других странах, в

частности в ФРГ, понятием «полезная модель» охватываются лишь объекты, имеющие пространственную структуру.

Закон РФ, как видно из содержащегося в нем определения, исходит из узкого понятия полезной модели. Это обусловлено рядом причин. Во-первых, такая практика существует в большинстве государств, охраняющих полезные модели. Во-вторых, подобный подход позволяет обеспечить охрану абсолютного большинства создаваемых решений, поскольку на долю конструктивных средств, если судить по статистике изобретений, приходится максимум заявок. В-третьих, распространение понятия «полезная модель» на такие объекты, как способ и вещество, делало бы сомнительным применение термина «модель» в семантическом смысле, а его изменение на другой, например «малое изобретение», порождало бы проблему появления объекта патентной охраны, отсутствующего в международном патентном праве. В-четвертых, одним из соображений сокращения круга объектов, охраняемых в качестве полезных моделей, было, безусловно, и стремление хотя бы на первых порах позаботиться об ограничении объема экспертной работы.

Таким образом, обязательным признаком полезной модели по российскому законодательству является то, что решение задачи заключается в пространственном расположении материальных объектов. В качестве полезных моделей не охраняются решения, относящиеся к способам, веществам, штаммам микроорганизмов, культур клеток растений и животных, а также к их применению по новому назначению. Кроме того, полезными моделями не признаются проекты и схемы планировки сооружений, зданий, территорий; предложения, касающиеся лишь внешнего вида изделий, направленные на удовлетворение эстетических потребностей; предложения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали, а также некоторые другие объекты, которые вообще не подпадают под понятие технических решений.

Полезная модель, как и изобретение, является техническим решением задачи. Их основные различия заключаются в двух моментах. Во-первых, в качестве полезных моделей охраняются не любые технические решения, а лишь те, которые относятся к типу устройств, то есть конструкторскому выполнению средств производства и предметов потребления. Во-вторых, к полезным моделям не предъявляется требований изобретательского уровня. Это, однако, не означает, что полезной моделью может быть признано очевидное для любого специалиста решение задачи. Полезная модель, так же, как изобретение и другие объекты интеллектуальной собственности, должна быть результатом самостоятельного изобретательского творчества. Но степень этого творчества может быть меньшей, чем это требуется для признания решения изобретением. Кроме того, наличие изобретательского творчества не проверяется при выдаче охранного документа на полезную модель.

Для признания решения полезной моделью оно должно обладать новизной и промышленной применимостью (условия патентоспособности).

Полезная модель является новой, если совокупность ее существенных признаков неизвестна из уровня техники. К существенным относятся все те признаки

полезной модели, которые влияют на достигаемый результат, то есть находятся в причинно-следственной связи с указанным результатом. Если совокупность существенных признаков, достаточных для достижения обеспечиваемого полезной моделью технического результата, не является общеизвестной, полезная модель признается новой.

Как и в отношении изобретений, новизна полезной модели устанавливается через уровень техники, то есть совокупность общедоступных в мире сведений. Однако сам этот уровень техники определяется не совсем одинаково. Если применительно к изобретениям в него включаются любые сведения, ставшие общедоступными до даты приоритета, то в отношении полезных моделей в уровень техники не входят сведения об открытом применении за пределами России средств, тождественных заявляемой полезной модели. Иными словами, к полезным моделям предъявляется требование не абсолютной, а относительной мировой новизны. Сведения об открытом применении тождественного технического средства за рубежом новизну полезной модели не порочат. Что касается опубликованных в мире сведений о средствах того же назначения, что и заявляемая полезная модель, то они должны быть общедоступными. Секретные, закрытые, служебные и т. п. сведения, с которыми не могло ознакомиться любое заинтересованное лицо, публикацией, порочащей новизну, не признаются.

Помимо общедоступных сведений в уровень техники по прямому указанию закона включаются при условии их более раннего приоритета все поданные в Российской Федерации другими лицами заявки на изобретения и полезные модели (кроме отозванных), а также запатентованные в Российской Федерации изобретения и полезные модели. Хотя указанные заявки до их публикации не относятся к общедоступным сведениям, они в обязательном порядке принимаются во внимание с целью недопущения выдачи двух или более охранных документов на тождественные объекты.

Новизна полезной модели устанавливается на дату приоритета, который определяется по тем же правилам, что и приоритет изобретения. В равной степени к полезным моделям применяются правила о конвенционном приоритете, об определении приоритета по выделенной заявке, по дате подачи дополнительных материалов и по более ранней отозванной заявке. Кроме того, в случае если заявитель воспользовался своим правом на преобразование заявки на полезную модель в заявку на изобретение, сохраняет силу приоритет первой заявки.

Наконец, не признается обстоятельством, влияющим на новизну полезной модели, публичное раскрытие информации, относящейся к полезной модели, ее заявителем, автором или любым лицом, получившим от них прямо или косвенно эту информацию, если заявка на полезную модель подана не позднее шести месяцев с даты раскрытия (льгота по новизне).

Полезная модель является промышленно применимой, если она может быть практически использована в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности. Указанный критерий по отношению к полезным моделям имеет точно такое же значение, как и по отношению к изобретениям. Он свидетельствует о том, что заявленное решение является осуществимым

и заявителем разработаны и отражены в заявке конкретные средства, достаточные для его воплощения в жизнь. Ни сфера использования полезной модели, ни положительный эффект, который дает внедрение полезной модели, ни масштабы использования юридического значения для предоставления охраны заявленному решению не имеют. Однако промышленная применимость подразумевает возможность неоднократного использования полезной модели. Если предложенное решение, несмотря на его принадлежность к типу устройств и новизну, рассчитано на какие-либо уникальные условия и объективно не может быть воспроизведено, оно не считается промышленно применимым.

Не предоставляется правовая охрана в качестве полезной модели:

– решениям, касающимся только внешнего вида изделий и направленным на удовлетворение эстетических потребностей;

– топологиям интегральных микросхем.

2.3. Понятие промышленного образца и условия патентоспособности заявляемого художественно-конструкторского решения

Промышленным образцом является художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид. Как и изобретение, промышленный образец представляет собой нематериальное благо, результат творческой умственной деятельности, который может быть воплощен в конкретных материальных объектах. Однако если изобретение является техническим решением задачи, то промышленным образцом признается решение внешнего вида изделия. Хотя в законе и дополняющих его актах это понятие более детально не раскрывается, его анализ позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, промышленным образцом является решение задачи, содержащее указание конкретных средств и путей реализации творческого замысла дизайнера. Если задача лишь поставлена, но фактически не решена, промышленный образец как самостоятельный объект еще не создан. Во-вторых, задача, решаемая с помощью промышленного образца, состоит в определении внешнего вида изделия. Под изделиями в данном случае понимаются самые разнообразные предметы, предназначенные для удовлетворения человеческих потребностей, которые могут восприниматься визуально и способны сохранять свой внешний вид. Внешний вид изделия может включать разные признаки, но, в конечном счете, он определяется выразительностью и взаимным расположением основных композиционных элементов, формой и цветовым исполнением. В-третьих, решение внешнего вида изделия должно носить художественно-конструктивный характер. Иными словами, во внешнем виде изделия должны сочетаться художественные и конструкторские элементы. Использование одних лишь художественных средств, например, изменение цвета изделия, равно как и одних конструкторских средств, например, изменение размера изделия, для промышленного образца недостаточно. Художественные и конструкторские элементы должны гармонично сочетаться и взаимно дополнять друг друга.

Итак, промышленным образцом в широком смысле является любое художественно-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид. В этом смысле промышленными образцами могут считаться решения внешнего вида любых новых изделий, выпускаемых промышленно, которые в своей подавляющей массе нигде не регистрируются и никак не охраняются.

Промышленному образцу предоставляется правовая охрана, если по своим существенным признакам он является новым и оригинальным.

К существенным признакам промышленного образца относятся признаки, определяющие эстетические и (или) эргономические особенности внешнего вида изделия, в частности форма, конфигурация, орнамент и сочетание цветов.

Промышленный образец является новым, если совокупность его существенных признаков, нашедших отражение на изображениях изделия и приведенных в перечне существенных признаков промышленного образца (пункт 2 статьи 1377), не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца.

При установлении новизны промышленного образца также учитываются при условии их более раннего приоритета все поданные в Российской Федерации другими лицами заявки на промышленные образцы, с документами которых вправе ознакомиться любое лицо в соответствии с пунктом 2 статьи 1394 настоящего Кодекса, и запатентованные в Российской Федерации промышленные образцы.

Промышленный образец является оригинальным, если его существенные признаки обусловлены творческим характером особенностей изделия.

Как видим, правовая охрана предоставляется лишь тем промышленным образцам, которые обладают абсолютной мировой новизной. По сравнению с ранее действовавшим законодательством, содержавшим указание на неизвестность промышленного образца для определенного круга лиц, ныне в законе подчеркивается, что при исследовании новизны во внимание могут приниматься лишь общедоступные в мире сведения. Круг сведений, которые могут быть противопоставлены заявке на промышленный образец, аналогичен сведениям, учитываемым при исследовании новизны изобретения. В частности, во внимание принимаются опубликованные описания к охранным документам, опубликованные заявки на промышленные образцы – с даты приоритета, российские издания – с даты выпуска в свет и т. д.

Раскрытие информации, относящейся к промышленному образцу, автором промышленного образца, заявителем или любым лицом, получившим от них прямо или косвенно эту информацию, в результате чего сведения о сущности промышленного образца стали общедоступными, не является обстоятельством, препятствующим признанию патентоспособности промышленного образца, при условии, что заявка на выдачу патента на промышленный образец подана в федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности в течение шести месяцев со дня раскрытия информации. Бремя доказывания того, что обстоятельства, в силу которых раскрытие информации не препятствует призна-

нию патентоспособности промышленного образца, имели место, лежит на заявителе.

Признак оригинальности выполняет применительно к промышленным образцам примерно ту же роль, которую играет относительно изобретений критерий изобретательского уровня. С его помощью охраноспособные промышленные образцы как творческие художественно-конструкторские решения отграничиваются от результатов обычной дизайнерской работы. Правовой охране подлежат лишь те решения, которые, выходя за рамки обычного проектирования, воспринимаются как неожиданные, несхожие с известными художественно- конструкторскими разработками.

Проверка оригинальности промышленного образца включает, во-первых, определение наиболее близкого аналога; во-вторых, выявление существенных признаков, которые отличают заявленный промышленный образец от наиболее близкого аналога, и, в-третьих, выявление из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета, художественно-конструкторских решений, имеющих признаки, совпадающие с отличительными признаками рассматриваемого промышленного образца.

Промышленный образец признается промышленно применимым, если он может быть многократно воспроизведен путем изготовления соответствующего изделия. Именно возможность воспроизведения, т. е. возможность изготовления копий изделия такого же внешнего вида, делает актуальной патентно-правовую форму охраны оригинального художественно-конструкторского решения. Если решение внешнего вида изделия практически не воспроизводимо, например, когда речь идет о ручной высокохудожественной работе, то необходимость в его патентной охране, как правило, отсутствует. В этом случае права создателя творческого результата в достаточной мере охраняются нормами авторского права.

Не предоставляется правовая охрана в качестве промышленного образца:

– решениям, обусловленным исключительно технической функцией изделия;

– объектам архитектуры (кроме малых архитектурных форм), промышленным, гидротехническим и другим стационарным сооружениям;

– объектам неустойчивой формы из жидких, газообразных, сыпучих или им подобных веществ.

3. СУБЪЕКТЫ ПАТЕНТНОГО ПРАВА

В отношениях, связанных с созданием, регистрацией и использованием изобретений, полезных моделей и промышленных образцов, участвует большое число субъектов, представленных как гражданами, так и юридическими лицами. К их числу относятся создатели творческих решений, патентообладатели, их правопреемники, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (РОСПАТЕНТ), патентные поверенные и некоторые другие лица, наделенные соответствующими правами и обязанностями в рассматриваемой сфере.

Одной из центральных фигур является автор технического и художественно-конструкторского решения. В соответствии с законодательством, автором изобретения, полезной модели или промышленного образца признается гражданин, творческим трудом которого создан соответствующий результат интеллектуальной деятельности. Для признания лица автором соответствующего решения не имеет значения ни его возраст, ни состояние его дееспособности. Несовершеннолетние в возрасте от 14 до 18 лет не только приобретают, но и самостоятельно осуществляют принадлежащие им права, вытекающие из факта создания разработки (ст. 26 ГК РФ). За лиц, не достигших 14 лет, а также граждан, признанных в установленном законом порядке недееспособными, все необходимые действия по осуществлению принадлежащих им прав совершают их законные представители, т. е. родители или опекуны (ст. 28-29 ГК РФ).

Патентообладателем является лицо, владеющее патентом на изобретение, полезную модель или промышленный образец и вытекающими из патента исключительными правами на использование указанных объектов. Им может быть автор разработки, его наследник или иной правопреемник. Изначально правом на получение патента на свое имя обладает автор разработки, если только законом не установлено иное. Данное право основывается на самом факте создания патентоспособного решения и является одним из основополагающих прав автора. Однако фигуры автора и патентообладателя совпадают далеко не всегда. Напротив, как показывают статистические данные, в роли патентообладателей значительно чаще выступают не создатели разработок, а иные лица.

Важный участник патентных отношений – РОСПАТЕНТ, которое является центральным органом федеральной исполнительной власти, обеспечивающим формирование и проведение единой государственной политики в области правовой охраны промышленной собственности. Роспатент является правопреемником упраздненного Государственного патентного ведомства СССР, которое после принятия Закона СССР «Об изобретениях в СССР» 1991 г. именовалось Госпатентом СССР, а ранее – Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий (сокр. Госкомизобретений СССР). Главными задачами РОСПАТЕНТА являются:

1) разработка предложений по формированию единой государственной политики в области охраны промышленной собственности;

2) правовая охрана промышленной собственности на территории РФ;

3) обеспечение эффективного функционирования единой государственной патентной службы;

4) организация информационной и издательской деятельности в области охраны промышленной собственности;

5) организация подготовки специалистов в области охраны промышленной собственности;

6) содействие созданию правовых условий для развития научно-технического и художественно-конструкторского творчества в РФ;

7) осуществление международного сотрудничества в области охраны промышленной собственности.

Ведение дел о выдаче патентов на объекты промышленной собственности и решение иных патентно-правовых вопросов требуют специальных знаний как в соответствующей области науки и техники, так и в сфере патентного права.

Поэтому законодательство РФ предоставляет изобретателям и их правопреемникам право не только выступать в патентных отношениях лично, но и пользоваться услугами других лиц. Собственно говоря, такая возможность существовала всегда в связи с наличием в гражданском праве института представительства. Во многих случаях и в прежние годы заявки на изобретения и другие объекты промышленной собственности подавались не самими изобретателями, а соответствующими патентными службами предприятий и организаций, оформлялись с помощью специалистов Всесоюзной организации изобретателей и рационализаторов и т. п. Новшеством является то, что в соответствии с законодательством РФ создан особый институт патентных поверенных, призванных оказывать заявителям квалифицированную помощь по патентным делам. Ранее столь привычный для западных патентных систем элемент, как патентный поверенный, в России отсутствовал.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ПРАВ

Один из важнейших принципов, на которых основана патентная система, состоит в том, что непременным условием предоставления правовой охраны той или иной разработке является официальное признание ее объектом патентного права. Данное признание может осуществляться разными путями, быть относительно сложным или, напротив, сведенным к предельно упрощенной формальной процедуре, которая, однако, обязательна. Если изобретение, полезная модель или промышленный образец отвечают всем критериям охраноспособности, но официально данный факт не подтвержден, они патентным правом не охраняются. В этом состоит одно из важных различий, существующих между патентным и авторским правами. В отличие от авторского права, которое охраняет произведения науки, литературы и искусства с момента придания им объективной формы, допускающей возможность их восприятия другими лицами, патентное право охраняет соответствующие технические и художественно-конструкторские разработки только после официального признания их изобретениями, полезными моделями или промышленными образцами, что предполагает выполнение ряда формальностей. Указанные формальности обычно сводятся к составлению особой заявки на выдачу патента или иного охранного документа на разработку, рассмотрению данной заявки РОСПАТЕНТОМ и вынесению решения о выдаче патента. Подобный порядок действует и в России.

4.1. Составление и подача заявки на выдачу патента

Заявка на выдачу патента подается автором, работодателем или их правопреемниками в РОСПАТЕНТ РФ (конкретно – в Федеральный институт промышленной собственности – ФИПС). Заявка может быть подана как непосредственно указанными лицами, так и через патентного поверенного, зарегистрированного в РОСПАТЕНТЕ. Физические лица, проживающие за пределами РФ, или иностранные юридические лица, либо их патентные поверенные ведут дела по получению патентов и поддержанию их в силе через патентных поверенных, если иное не предусмотрено международными договорами, участником которых является РФ. Полномочия патентного поверенного удостоверяются доверенностью заявителя, которая имеет простую письменную форму и не требует нотариального удостоверения. Физическими лицами, проживающими за пределами РФ, и иностранными юридическими лицами доверенность должна быть оформлена в порядке, предусмотренном законодательством страны, где она составляется, и легализирована в консульском учреждении РФ, кроме случаев, когда легализация не требуется на условиях взаимности.

Патентная заявка составляется по строго определенным правилам, отступление от которых недопустимо. Само понятие «заявка» является собирательным и охватывает собой ряд отдельных документов. При этом, естественно, заявки на изобретения, полезные модели и промышленные образцы несколько отличаются друг от друга по составу входящих в них документов, хотя в целом принципиальных различий между ними нет. Так, согласно закону, заявки на выдачу патента на изобретение и на полезную модель должны содержать:

1) заявление о выдаче патента;

2) описание изобретения (полезной модели), раскрывающее его (ее) с полнотой, достаточной для осуществления;

3) формулу изобретения (полезной модели), выражающую его сущность и полностью основанную на описании;

4) чертежи и иные материалы, если они необходимы для понимания сущности изобретения (полезной модели);

5) реферат.

Заявка на выдачу патента на промышленный образец, помимо заявления и описания промышленного образца, должна включать:

1) комплект изображений изделия, дающих полное детальное представление о внешнем виде изделия;

2) чертеж общего вида изделия, эргономическую схему, конфекционную карту, если они необходимы для раскрытия сущности промышленного образца;

3) перечень существенных признаков промышленного образца.

Как видим, в состав заявки на промышленный образец не входит реферат; формулу разработки заменяет перечень существенных признаков промышленного образца, который является составной частью описания.

Конкретные требования к содержанию и оформлению документов заявки установлены ФИПС в утвержденных им Правилах составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патентов на соответствующие объекты промышленной собственности. Заявление о выдаче патента представляется на русском языке.

Прочие документы заявки представляются на русском или другом языке. Если документы заявки представлены на другом языке, к заявке прилагается их перевод на русский язык, который может быть представлен не позднее двух месяцев после поступления заявки. Документы, входящие в состав заявок на изобретение и полезную модель, представляются в трех экземплярах, а прилагаемые к заявкам документы – в одном. Заявление о выдаче патента на промышленный образец подается в трех экземплярах; описание, чертежи общего вида – в двух экземплярах; фотографии изделия, макета или рисунка общего вида – в шести экземплярах, прочие фотографии – в двух экземплярах; остальные документы представляются в одном экземпляре.

Все документы заявки должны быть оформлены таким образом, чтобы их можно было хранить длительное время и непосредственно репродуцировать в неограниченном количестве копий. Каждый лист используется только с одной стороны с расположением строк параллельно меньшей стороне листа. Каждый документ заявки начинается на отдельном листе. Документы заявки выполняются на листах прочной, гладкой, неблестящей белой бумаги стандартного формата 210×297 мм. Размеры полей на листах, содержащих заявление, описание, формулу, реферат, следующие: верхнее – 20-40 мм, правое и нижнее – 20-30 мм, левое – 25-40 мм. В каждом документе заявки второй и последующие листы нумеруются арабскими цифрами.

Документы печатаются шрифтом черного цвета. Тексты описания, реферата и формулы печатаются через два интервала с высотой заглавных букв не менее 2,1 мм. Графические символы, латинские наименования, латинские и греческие буквы, математические и химические формулы могут быть вписаны чернилами, пастой или тушью черного цвета. Не допускается смешанное написание формул в печатном и рукописном виде. Графические материалы выполняются на прочной, белой, гладкой бумаге черными нестираемыми линиями и штрихами. Масштаб и четкость изображений выбираются такими, чтобы при репродуцировании с линейным уменьшением до 2/3 можно было различить все детали. Размеры на чертеже не указываются, при необходимости они приводятся в описании.

Переходя к характеристике отдельных документов заявки, прежде всего, отметим, что законодательством установлены конкретные требования не только к их оформлению, но и к содержанию. Заявление о выдаче патента по своему существу есть просьба заявителя, обращенная к ФИПС, о предоставлении правовой охраны разработке, сущность которой раскрыта в описании. В заявление включаются сведения о названии разработки, о предполагаемом патентообладателе, а также о заявителе и об авторе. В частности, указываются их полное имя (наименование), местожительство (местонахождение), адрес для переписки. Следует подчеркнуть, что данные об авторе (авторах) разработки приводятся в заявлении в обязательном порядке, хотя бы впоследствии автор (авторы) отказался быть упомянутым в качестве такового в публикуемых сведениях о заявке. Применяемая в российском патентном законодательстве типовая форма заявления о выдаче патента не предусматривает места для особого утверждения автора (авторов) о том, что именно он (они) является или, по крайней мере, искренне верит в то, что яв-

ляется первым и действительным создателем разработки, хотя это и предполагается. Кроме того, в заявлении содержатся:

а) просьба об установлении даты приоритета по конкретной дате (дате поступления заявки, дате подачи первой заявки в стране-участнице Парижской конвенции по охране промышленной собственности и т. д.);

б) сведения о патентном поверенном;

в) мнение заявителя о возможности открытой публикации сведений о разработке. Заявление подписывается заявителем или патентным поверенным, если заявка подается через последнего. Если заявитель – юридическое лицо, заявление подписывается руководителем организации или лицом, уполномоченным на это; указывается должность подписывающего лица, и подпись скрепляется печатью организации.

Центральным документом заявки является описание изобретения, полезной модели или промышленного образца. Описание должно раскрывать сущность разработки с полнотой, достаточной для ее осуществления и подтверждать формулу изобретения (полезной модели) или содержать перечень существенных признаков промышленного образца. Описание разработки составляется по определенной схеме, отступление от которой недопустимо. Описания изобретения и полезной модели имеют практически совпадающую структуру; описание промышленного образца составляется по несколько отличным правилам.

Описание изобретения (полезной модели) начинается с указания названия изобретения и индекса рубрики действующей редакции Международной патентной классификации (МПК), к которой относится заявляемое изобретение (полезная модель), и содержит следующие разделы:

– область техники, к которой относится изобретение (полезная модель);

– уровень техники;

– сущность изобретения (полезной модели);

– перечень фигур чертежей и иных материалов (если они прилагаются);

– сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения (полезной модели).

Не допускается замена какого-либо раздела описания или его части отсылкой к источнику, в котором содержатся необходимые сведения, например, к литературному источнику, описанию к ранее поданной заявке, описанию к охранному документу и т. п.

Название изобретения (полезной модели) должно быть кратким и точным, связанным с его назначением, соответствующим сущности изобретения (полезной модели) и, как правило, определенной рубрике МПК. Название излагается в единственном числе, кроме случаев, когда употребляемый термин не имеет единственного числа, либо относится к химическим соединениям, охватываемым общей структурной формулой.

В разделе описания «Область техники, к которой относится изобретение (полезная модель)», указывается область применения разработки. Если таких областей несколько, указываются те области, в которых разработка может преимущественно применяться.

Уровень техники раскрывается в описании путем характеристики аналогов изобретения (полезной модели) с выделением среди них аналога, наиболее близкого к изобретению (полезной модели) по совокупности признаков (прототип). Аналог изобретения (полезной модели) – это средство такого же назначения, известное из сведений, ставших общедоступными до даты приоритета изобретения (полезной модели), и характеризующееся совокупностью признаков, сходных с совокупностью существенных признаков изобретения (полезной модели). При описании каждого из аналогов приводятся библиографические данные источника информации, в котором он раскрыт, признаки аналога с указанием тех из них, которые совпадают с существенными признаками заявляемого изобретения (полезной модели), а также указываются известные заявителю причины, препятствующие получению требуемого технического результата. Если аналогов несколько, то последним описывается прототип.

В разделе «Сущность изобретения (полезной модели)» подробно раскрывается задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение (полезная модель), а также описывается тот технический результат, который может быть получен при ее осуществлении. В этом разделе указываются все существенные признаки, характеризующие разработку, с выделением признаков, отличающих ее от прототипа. В описании должно быть показано наличие причинно-следственной связи между совокупностью существенных признаков заявляемой разработки и ее достигаемым техническим результатом. При раскрытии сущности изобретения (полезной модели) рекомендуется указывать и другие известные заявителю виды технических результатов, в том числе в частных случаях, в конкретных формах его выполнения или при особых условиях использования.

Технический результат может выражаться, в частности, в уменьшении крутящего момента, в снижении коэффициента трения, в предотвращении заклинивания, снижении вибрации, повышении противоопухолевой активности, локализации действия лекарственного препарата и т. п.

Перечень фигур чертежей и иных материалов как особый раздел описания, кроме перечня всех фигур графических изображений, должен содержать краткое указание на то, что изображено на каждой из них. Если представлены иные материалы, поясняющие сущность изобретения, приводится краткое пояснение их содержания.

В разделе «Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения (полезной модели)» обосновывается возможность получения указанного в разделе «Сущность изобретения (полезной модели)» технического результата. Возможность осуществления разработки, сущность которой характеризуется с использованием признака, выраженного общим понятием, подтверждается либо описанием непосредственно в материалах заявки средства для реализации такого признака и методов его получения, либо указанием на известность такого средства или метода его получения. При использовании для характеристики разработки количественных признаков, выраженных в виде интервала значений, показывается возможность получения технического результата в этом интервале. Для обеспечения максимального объема прав интервал значений целесообразно выбирать

исходя из условия отсутствия за его пределами возможности получения указанного технического результата. Возможность осуществления изобретения, относящегося к штамму микроорганизма, культуре клеток или к способу, в которых он используется, подтверждается указаниями на то, как или где может быть получен соответствующий штамм. Возможность получения штамма может быть подтверждена, в частности, представлением документа о депонировании, оформленного в установленном порядке, при этом дата депонирования должна предшествовать дате приоритета изобретения.

Структура описания промышленного образца в принципе совпадает со структурой описания изобретения (полезной модели), хотя названия отдельных разделов и не совпадают. Например, раздел, в котором приводятся общедоступные сведения о средствах того же назначения, называется не «Уровень техники», а «Аналоги промышленного образца, в том числе ближайший из них», а раздел, посвященный реализации разработки, именуется не «Сведения, подтверждающие возможность осуществления», а «Возможность многократного воспроизведения». Кроме того, описание промышленного образца завершается приведением совокупности его существенных признаков в части, определяющей объем его правовой охраны. Некоторые особые требования предъявляются и к содержанию отдельных разделов. Например, в разделе описания «Аналоги промышленного образца» могут дополнительно отражаться тенденции развития той области художественного конструирования, к которой они относятся.

Важной частью заявки на выдачу патента на изобретение (полезную модель) является формула изобретения (полезной модели), которая определяет объем правовой охраны, предоставляемой патентом на изобретение или на полезную модель. В формуле приводится характеристика разработки, выражающая ее сущность, т. е. содержащая совокупность ее существенных признаков, достаточную для достижения указанного заявителем технического результата. Формула излагается в виде логического определения изобретения (полезной модели) совокупностью всех его существенных признаков. Признаки в формуле выражаются таким образом, чтобы обеспечить возможность их идентификации.

По структуре формула может быть однозвенной, т. е. состоящей из одного пункта, или многозвенной, т. е. состоящей из нескольких пунктов, которые находятся друг с другом в определенной зависимости. Однозвенная формула применяется для характеристики одного изобретения совокупностью существенных признаков, не имеющей развития или уточнения применительно к частным случаям его выполнения или использования. Многозвенная формула применяется для характеристики одного изобретения (полезной модели) с развитием и (или) уточнением совокупности его существенных признаков применительно к частным случаям выполнения или использования изобретения (полезной модели) или для характеристики группы изобретений (полезных моделей).

Многозвенная формула, характеризующая одно изобретение (полезную модель), имеет один независимый пункт и следующий (следующие) за ним зависимый (зависимые) пункт (пункты). Многозвенная формула, характеризующая группу изобретений (полезных моделей), имеет несколько независимых пунктов,

каждый из которых характеризует одну из разработок группы. При этом каждое изобретение (полезная модель) группы может быть охарактеризовано с привлечением зависимых пунктов, подчиненных соответствующему независимому.

В независимый пункт формулы включается совокупность существенных признаков, достаточных для получения технического результата, проявляющегося во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны. Он состоит, как правило, из ограничительной части, включающей существенные признаки, совпадающие с признаками прототипа, в том числе родовое понятие, отражающее назначение изобретения (полезной модели), и отличительной части, включающей существенные признаки, которые отличают разработку от наиболее близкого аналога.

При составлении независимого пункта формулы после изложения ограничительной части вводится словосочетание «отличающийся (еся) тем, что», непосредственно после которого излагается отличительная часть. Примером может служить следующая простейшая формула: «Способ изготовления печатных схем, заключающийся в том, что на заранее заготовленную матрицу, имеющую рельефные токопроводящие дорожки, гальваническим путем наносят слой меди, который затем переносят на подложку, отличающийся тем, что перед покрытием матрицу смачивают раствором хромсодержащего соединения».

В отдельных случаях, в частности при составлении формул индивидуальных соединений, штаммов микроорганизмов, культур клеток растений и животных, применении ранее известных устройств, способов, веществ и штаммов по новому назначению, а также изобретений, не имеющих аналогов, они не подразделяются на ограничительную и отличительную части.

В зависимый пункт формулы включаются существенные признаки, характеризующие изобретение (полезную модель) в частных случаях его выполнения или использования. Зависимый пункт формулы включает в себя родовое понятие, отражающее назначение разработки, изложенное, как правило, сокращенно по сравнению с приведенным в независимом пункте, и ссылку на независимый и (или) зависимый пункт (пункты), к которому оно относится. При подчиненности зависимого пункта нескольким пунктам формулы ссылки на них указываются с использованием альтернативы. Иными словами, в качестве прототипа решений, раскрываемых в зависимых пунктах формулы, выступает то решение, которое охарактеризовано в независимом или другом предшествующем пункте формулы. Это позволяет не воспроизводить все признаки, уже отраженные в независимом или ином пункте формулы, а ограничиться общим указанием типа: «Устройство по п. 1, отличающееся тем, что матрицу смачивают раствором двухромокислого калия с концентрацией 1 г/л».

Помимо рассмотренных документов, в состав заявки на выдачу патента могут входить чертежи и иные материалы, если они необходимы для понимания сущности изложенного в описании. Они должны быть согласованы с текстом описания, а представляются в виде графических материалов (собственно чертежей, схем, графиков, рисунков и т. п.), фотографий, таблиц, диаграмм и т. д. Рисунки представляются в том случае, если невозможно проиллюстрировать описа-

ние разработки чертежами или схемами. Фотографии представляются как дополнение к другим видам графических материалов. В правом верхнем углу каждого листа графических материалов указывается название изобретения (полезной модели).

Наконец, в состав заявки на изобретение (полезную модель) входит реферат, представляющий собой сокращенное изложение содержания описания изобретения (полезной модели), включающее название, характеристику области техники, к которой относится изобретение (полезная модель), и (или) область его применения, если это не ясно из названия разработки, характеристику сущности с указанием достигаемого технического результата. Сущность изобретения (полезной модели) в реферате характеризуется путем такого свободного изложения формулы, при котором сохраняются все существенные признаки независимого пункта формулы. При необходимости в реферат включают чертеж или химическую формулу. Кроме того, реферат может содержать дополнительные сведения, в частности указание на наличие и количество зависимых пунктов формулы, графических изображений, таблиц. Средний объем текста реферата – до 1000 печатных зраков.

В состав заявки на выдачу патента на промышленный образец включается комплект фотографий изделия, макета иди рисунка, который является основным документом, содержащим изобразительную информацию о заявляемом промышленном образце и позволяющим определить объем его правовой охраны. Изделие должно быть сфотографировано полностью при равномерном освещении на нейтральном фоне, без посторонних предметов. Художественно-конструкторские решения изделий одежды и обуви должны быть сфотографированы на манекенщице (манекенщике), возрастная группа и антропометрические данные которой (размер, рост, полнота) соответствуют положенным в основу разработки данным.

Художественно-конструкторское решение, относящееся к комплекту (набору) изделий, должно быть представлено фотографией общего вида комплекта (набора), а также фотографиями отдельных изделий, входящих в комплект. Каждый вариант промышленного образца должен быть представлен отдельным комплектом фотографий. Заявка должна содержать черно-белые фотографии общего вида промышленного образца в ракурсе 3×4 см спереди, виды слева, справа, сзади, а при необходимости – снизу, сверху. Для изделий закрывающихся, складывающихся, трансформирующихся и т. д., например, холодильники, телефонные будки, пылесосы и т. п., прилагаются фотографии изделий в открытом и собранном виде. В тех случаях, когда цветовое решение изделия является одним из существенных признаков промышленного образца, должна быть приложена одна цветная фотография общего вида изделия, слайд или схема цветового решения. Фотографии представляются размером 18×24 см. Для небольших по габаритам изделий или макетов, например, наручных (карманных) часов, микрокалькуляторов и т. п., могут быть представлены фотографии размером 13×18 или 9×12 см. Фотографии изделия, макета или рисунка общего вида представляют в шести экземплярах, а остальные фотографии – в двух экземплярах.

Кроме комплекта фотографий, в состав заявки на промышленный образец при необходимости могут входить чертеж общего вида изделия или принципиальная компоновочная схема, конфекционная карта, т. е. образцы текстильных, трикотажных материалов, кожи, фурнитуры, отделки и т. д., рекомендуемых для изготовления изделия, эргономическая схема и т. д. Указанные документы должны содержать дополнительную информацию о заявляемом художественно-конструкторском решении, не содержащуюся в фотографиях, но относящуюся к существу художественно-конструкторского решения.

К заявке на выдачу патента на изобретение, полезную модель или промышленный образец прилагается документ, подтверждающий уплату пошлины.

4.2. Экспертизы заявок

Формальная экспертиза заявки. Поступившие в ФИПС заявки регистрируются и передаются на экспертизу. Правила проведения экспертизы заявок на изобретение, полезную модель и промышленный образец существенно отличаются друг от друга. Если заявки на изобретения и промышленные образцы проверяются как с точки зрения правильности их составления, так и с точки зрения их существа, то при экспертизе заявок на полезные модели проверка соответствия заявленного решения установленным законом критериям патентоспособности не осуществляется. В свою очередь, правила экспертизы заявок на изобретения и промышленные образцы также не совпадают. Если в отношении заявок на промышленные образцы, успешно прошедших формальную экспертизу, экспертиза по существу проводится без каких-либо изъятий и дополнительных условий, то заявки на изобретения подвергаются подобной экспертизе лишь по специальному ходатайству заявителя или третьих лиц. Таким образом, закон РФ устанавливает:

а) проверочную систему экспертизы заявок на выдачу патента на промышленный образец;

б) отсроченную систему экспертизы заявок на выдачу патента на изобретение;

в) явочную (регистрационную) систему экспертизы заявок на выдачу патента на полезную модель.

Каждая из этих процедур патентования имеет свои особенности, которые будут отражены в ходе дальнейшего изложения.

Все патентные заявки, какого бы объекта промышленной собственности они ни касались, проверяются в отношении их соответствия установленным формальным требованиям. Данная экспертиза, которая носит название формальной, или предварительной, проводится по единым правилам. В ходе проведения формальной экспертизы заявки проверяется:

а) наличие необходимых документов;

б) правильность их составления;

в) относимость заявленного предложения к объектам, которые могут быть признаны соответственно изобретениями, полезными моделями или промышленными образцами;

г) соблюдение требования единства изобретения, полезной модели или промышленного образца;

д) не изменяют ли дополнительные материалы, если они представлены, сущность заявленного объекта промышленной собственности и соблюден ли установленный порядок их представления; е) правильность классифицирования изобретения или полезной модели по МПК и промышленного образца по МКПО; ж) соблюдение порядка подачи заявки через патентного поверенного, включая наличие и правильность оформления доверенности, удостоверяющей полномочия патентного поверенного.

Кроме того, в результате формальной экспертизы обычно устанавливается дата приоритета заявки, если только заявителем не испрашивается более ранний приоритет по сравнению с датой поступления основных материалов.

По общему правилу формальная экспертиза заявки проводится по истечении двух месяцев с даты ее поступления в Патентное ведомство (п. 1 ст. 21 Патентного закона). Такая отсрочка в проведении экспертизы установлена в интересах заявителей, которые в течение двух месяцев пользуются правом внесения в материалы заявки исправлений и уточнений без изменения существа заявленного изобретения, полезной модели, промышленного образца и при условии, если эти исправления или уточнения не направлены на устранение нарушения установленных требований к документам заявки. Вместе с тем по желанию заявителя, выраженному в его письменном ходатайстве ФИПС, формальная экспертиза может быть начата до истечения указанного двухмесячного срока. Однако в этом случае заявитель с момента подачи такого ходатайства по общему правилу лишается права на исправление и уточнение документов заявки по своей инициативе. Правда, в отношении заявок на изобретения у заявителей, подавших данное ходатайство, а также пропустивших двухмесячный срок на исправление и уточнение заявки, эта возможность сохраняется вплоть до вынесения решения по результатам экспертизы по существу и при условии уплаты специальной пошлины.

Если в процессе формальной экспертизы заявителем представлены дополнительные материалы по заявке, в процессе экспертизы проверяется, не изменяют ли они сущность заявленной разработки. Дополнительные материалы в части, изменяющей сущность заявленной разработки, например новые признаки, включаемые в формулу изобретения (полезной модели), или совокупность существенных признаков промышленного образца, при рассмотрении заявки во внимание не принимаются и могут быть оформлены заявителем в качестве самостоятельной заявки.

Конкретный срок, в течение которого должна быть завершена формальная экспертиза, законом не установлен, что следует признать упущением законодателя. На основании результатов формальной экспертизы может быть принято одно из следующих решений. Если заявка подана на разработку, относящуюся к патентоспособным объектам, в состав заявки входят все необходимые документы, и эти документы правильно оформлены, выносится положительное решение. Это означает, что заявка на изобретение и промышленный образец принимается к дальнейшему рассмотрению, а заявка на полезную модель считается удовлетворенной.

Заявитель уведомляется о положительном решении формальной экспертизы и установлении приоритета в соответствии с закрепленными законом правилами. При нарушении заявителем требования единства разработки ему предлагается в течение двух месяцев с даты получения им соответствующего уведомления сообщить, какое из содержащихся в заявке решений должно рассматриваться, и при необходимости внести уточнения в документы заявки. Другие решения, вошедшие в материалы первоначальной заявки, могут быть оформлены выделенными заявками. В случае если заявитель в течение двух месяцев после получения уведомления о нарушении требования единства не сообщит, какое из предложений необходимо рассматривать, и не представит уточненных документов, проводится рассмотрение объекта, указанного в формуле первым.

Если в результате формальной экспертизы будет установлено, что заявка оформлена на предложение, которое не относится к патентоспособным объектам, принимается решение об отказе в выдаче патента. Это новое положение в российском патентном законодательстве. Ранее данное обстоятельство служило основанием для отказа в принятии заявки к рассмотрению. На указанное решение может быть подано возражение в Апелляционную палату ФИПС в течение двух месяцев с даты его получения заявителем. За подачу возражения взимается пошлина. Возражение должно быть рассмотрено в течение двух месяцев с даты его поступления.

В процессе формальной экспертизы заявленный объект промышленной собственности может быть признан секретным. В этом случае заявитель уведомляется о невозможности предоставления ему правовой охраны в соответствии с законодательством.

По заявке, оформленной с нарушением требований к ее документам, заявителю направляется запрос с предложением в течение двух месяцев с даты его получения представить исправленные или отсутствующие документы. Основаниями для запроса могут быть:

а) отсутствие в материалах заявки каких-либо документов;

б) выявление органом, осуществляющим экспертизу, необходимости внесения в заявку уточнений. Необходимость уточнения заявки может быть, в частности, обусловлена: наличием таких недостатков в оформлении и содержании документов, которые делают невозможным использовать эти документы в соответствии с их назначением; отсутствием в документах реквизитов и подписей, предусмотренных действующими правилами; установлением, что заявка подана через патентного поверенного, не зарегистрированного в РОСПАТЕНТЕ, и т. д.

Исправление и дополнение заявки должны быть сделаны заявителем в двухмесячный срок с даты получения запроса. По ходатайству заявителя указанный срок может быть продлен при условии уплаты специальной пошлины.

Документ, подтверждающий уплату пошлины, представляется вместе с ходатайством о продлении установленного срока.

В случае если заявитель в установленный срок не представит запрашиваемые материалы или ходатайство о продлении этого срока, заявка признается отозванной. Заявитель пользуется правом отозвать свою заявку на изобретение,

полезную модель или промышленный образец и по собственной инициативе. Для этого ему достаточно подать в ФИПС письменное заявление. Заявитель уведомляется об удовлетворении просьбы, а делопроизводство по заявке прекращается.

Окончание формальной экспертизы с положительным результатом по заявкам на выдачу патентов на изобретение, полезную модель и промышленный образец имеет разные правовые последствия. Применительно к заявкам на полезную модель это служит основанием для выяснения решения о выдаче свидетельства. Заявки на промышленные образцы передаются для проведения экспертизы по существу. Что касается заявок на изобретения, то их дальнейшее прохождение осуществляется по правилам отсроченной экспертизы. Сущность этих правил сводится к следующему. По истечении 18 месяцев с даты поступления заявки, прошедшей формальную экспертизу с положительным результатом, ФИПС публикует сведения о заявке, кроме случаев, когда она отозвана. Состав публикуемых сведений определяет ФИПС. Любое лицо после опубликования сведений о заявке вправе ознакомиться с ее материалами. По ходатайству заявителя ФИПС может опубликовать сведения о заявке ранее указанного срока.

С даты публикации сведений о заявке до даты публикации сведений о выдаче патента заявленному изобретению предоставляется временная правовая охрана в объеме опубликованной формулы. Характер и содержание прав заявителя в период временной правовой охраны изобретения будут подробно рассмотрены ниже – в разделе, посвященном патентной форме охраны. Здесь лишь отметим, что предельный срок действия данной охраны составляет три года. В течение этого срока заявитель, а также любое третье лицо могут подать в ФИПС ходатайство о проведении экспертизы заявки по существу. Если ходатайство о проведении экспертизы по существу не будет подано в указанный срок, заявка считается отозванной, а временная правовая охрана заявленного изобретения – прекратившейся.

Закон РФ предоставляет как заявителю, так и любым третьим лицам право ходатайствовать о проведении по заявке на изобретение, прошедшей формальную экспертизу с положительным результатом, информационного поиска для определения уровня техники, в сравнении с которым будет осуществляться оценка новизны и изобретательского уровня заявленного предложения. Введение в закон указанного права имеет двоякий смысл. С одной стороны, результаты информационного поиска облегчают заявителю решение вопроса о дальнейшей судьбе заявки, так как дают более ясное представление о перспективах ее рассмотрения. С другой стороны, третьим лицам предоставляется возможность лучше оценить патентоспособность заявленного решения и на основе этого определить свои дальнейшие действия, например, по приобретению прав на патент, заключению с заявителем соглашения об использовании разработки в период ее временной правовой охраны, ее использованию без разрешения заявителя и т. п.

Порядок проведения информационного поиска и представления отчета о нем определяются п. 22 Правил составления, подачи и рассмотрения заявки на изобретение. Информационный поиск проводится на основании формулы изобретения с учетом описания и чертежей, а также с учетом возможных изменений

формулы изобретения в установленном порядке. Для целей информационного поиска уровень техники включает документы, которыми располагает ФИПС на дату окончания поиска и которые будут приняты во внимание при оценке новизны и изобретательского уровня заявленного изобретения. ФИПС гарантирует проведение информационного поиска в объеме, включающем:

– официальные бюллетени ФИПС, а также бывшего Патентного ведомства СССР;

– описание к охранным документам СССР и РФ;

– заявки на изобретение и полезные модели, доступные для ознакомления третьих лиц с их материалами; запатентованные в РФ изобретения и полезные модели;

– патентную документацию США, Великобритании, Германии, Франции, Японии (в объеме рефератов на русском и английском языках), Швейцарии (на французском и немецком языках), а также патентную документацию Европейского патентного ведомства и ВОИС;

– непатентную литературу по списку, опубликованному Международным бюро ВОИС, с ретроспективой не менее пяти лет.

Информационный поиск не прекращается и проводится до конца в полном объеме, даже если в процессе Поиска в уровне техники обнаружено средство того же назначения, характеризующееся признаками, идентичными всем признакам изобретения, по которому проводится поиск.

Информационный поиск проводится, и отчет о поиске направляется лицу, подавшему ходатайство о его проведении, в течение четырех месяцев с даты поступления ходатайства, если заявка не отозвана на дату поступления ходатайства, или до направления отчета о поиске.

За проведение информационного поиска по заявке взимается плата по тарифу. За особую плату предоставляются копии документов, указанных в отчете о поиске, за исключением копий заявок, сведения о которых не доступны для ознакомления третьих лиц. Копию отчета о поиске при условии оплаты соответствующей услуги по тарифу может получить помимо лица, подавшего ходатайство, и любое другое заинтересованное лицо.

Следует отметить, что по ходатайству заявителя и третьих лиц информационный поиск может быть проведен и по заявке на полезную модель. Для выдачи патента на полезную модель результаты данного поиска формально не имеют никакого значения, поскольку охранный документ в данном случае выдается без проверки заявки по существу. Целью данного поиска является уяснение того, отвечает ли реально полезная модель установленным законом критериям патентоспособности, т. е. насколько надежен выданный на нее охранный документ. Указанный информационный поиск проводится при условии уплаты соответствующей пошлины, осуществляется на основе п. 18 Правил составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на полезную модель и практически совпадает с информационным поиском, проводимым по заявке на выдачу патента на изобретение.

Новым положением российского патентного законодательства является право заявителя на преобразование заявки на изобретение в заявку на полезную модель, и наоборот. В соответствии с законодательством поданная заявка на изобретение может быть преобразована в заявку на полезную модель путем подачи соответствующего заявления до момента публикации сведений о заявке. Преобразование заявки на полезную модель в заявку на изобретение возможно до принятия по ней решения о выдаче свидетельства. При указанных преобразованиях сохраняется приоритет первой заявки.

Экспертиза заявки по существу. Патенты на изобретения и промышленные образцы выдаются лишь после проведения экспертизы заявок по существу (патентной экспертизы). Указанная экспертиза проводится по единым правилам, закрепленным законодательством и детализированным в Правилах по составлению, подаче и рассмотрению заявок на объекты промышленной собственности. Различие состоит лишь в том, что патентная экспертиза заявок на промышленные образцы проводится в обязательном порядке, а заявки на изобретения подвергаются такой экспертизе лишь при наличии особого ходатайства заявителя или третьих лиц.

При проведении экспертизы заявки по существу устанавливается приоритет изобретения (промышленного образца), если он не был установлен при проведении формальной экспертизы, и проверяется патентоспособность заявленного изобретения или промышленного образца. Установление приоритета заявленной разработки на данной стадии проведения экспертизы проводится тогда, когда заявитель испрашивает приоритет по дате подачи первой заявки в государстве-участнике Парижской конвенции по охране промышленной собственности (конвенционный приоритет), по дате поступления дополнительных материалов, если они оформлены заявителем в качестве самостоятельной заявки, по дате поступления в ФИПС более ранней заявки того же заявителя, раскрывающей сущность этого изобретения или промышленного образца, и т. д. О том, как устанавливается приоритет разработки во всех этих случаях, подробно говорилось выше.

Проверка патентоспособности заявленной разработки состоит в исследовании экспертами ФИПС вопроса о том, отвечает ли разработка всем требуемым по закону признакам объекта патентной охраны. Иными словами, в ходе патентной экспертизы проверяются новизна, изобретательский уровень (применительно к промышленному образцу – оригинальность), промышленная применимость заявленной разработки, а также соответствие предложенного решения общественным интересам, принципам гуманности и морали. Срок, в течение которого ФИПС должно провести экспертизу по существу, новым законом не устанавливается. Такое решение вопроса трудно признать оптимальным, так как оно ставит заявителей в зависимость от ФИПС. Конечно, и раньше, когда законодательством срок проведения патентной экспертизы был ограничен шестью месяцами (по закону СССР «Об изобретениях в СССР» 1991 г. срок был увеличен до 12 месяцев), заявители, в сущности, были лишены возможности как-либо воздействовать на Патентное ведомство в случае нарушения им сроков проведения экспертизы. Но все же законодательством были определены временные рамки рас-

смотрения заявки по существу, что накладывало на экспертов хоть какие-то обязанности в этом плане.

В период проведения экспертизы заявки по существу ФИПС вправе запросить у заявителя дополнительные материалы, без которых проведение экспертизы невозможно, в том числе измененную формулу изобретения или уточненную совокупность признаков промышленного образца. Основанием для запроса может быть необходимость решения вопросов, связанных с проверкой патентоспособности заявленной разработки; необходимость уточнения формулы изобретения; необходимость решения вопросов, связанных с рассмотрением заявок на идентичные объекты промышленной собственности, имеющие одну и ту же дату приоритета, и т. д. Дополнительные материалы по запросу экспертизы должны быть представлены без изменения сущности изобретения (промышленного образца) в течение двух месяцев с даты получения заявителем запроса или копий материалов, противопоставляемых заявке. Указанные копии могут быть запрошены заявителем в течение месяца с даты получения им запроса экспертизы. В случае если заявитель в указанный срок не представит запрашиваемые материалы или просьбу о продлении установленного срока, заявка признается отозванной.

5. ПАТЕНТ КАК ФОРМА ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

С принятием патентного законодательства в России восстановлена патентная форма охраны изобретений и промышленных образцов, что является самым существенным моментом в происходящей реформе патентной системы. Патент вновь, как и 70 лет назад, стал единственным документом, с помощью которого удостоверяются права на изобретения, промышленные образцы, а также новый для российского патентного права объект – полезные модели. Хотя патент на охраноспособную разработку изобретатель мог в принципе получить и по ранее действовавшему в СССР законодательству, предусматривавшему две формы охраны – патент и авторское свидетельство (свидетельство), действительность была такова, что 99,99 % советских изобретателей подавали заявки на выдачу им именно авторских свидетельств (свидетельств), а не патентов.

Главной причиной этого было отсутствие у изобретателей фактических возможностей для извлечения реальной пользы из своего монопольного владения изобретением или промышленным образцом. Кроме того, законодательство не допускало получения патентов на служебные разработки, что сразу отсекало от патентной охраны свыше 80 % заявляемых разработок; патентообладателями не могли быть социалистические организации (а других практически не было); патент нельзя было получить на целый ряд изобретений, в частности, на вещества, полученные химическим путем, штаммы микроорганизмов и т. д. Наконец, лицам, избравшим патентную форму охраны созданных им разработок, не предоставлялись многие из тех прав и льгот, которыми пользовались владельцы авторских свидетельств (свидетельств). Все эти и некоторые другие факторы превращали патентную форму, которая допускалась советским изобретательским зако-

нодательством, в формальность, которая была нужна, с одной стороны, для создания видимости свободы выбора, а с другой – для предоставления патентной охраны иностранным заявителям как условие участия СССР в международной системе охраны промышленной собственности.

Начавшийся в стране переход к рыночной экономике, в частности превращение научно-технических разработок в товар, объективно потребовал гарантировать разработчикам новой техники, а также приобретателям их продукции возможность реально распоряжаться достигнутыми результатами.

Восстановленная в России патентная форма охраны прав на объекты промышленной собственности имеет ту же сущность, которой она обладает во всем мире. Лицу, своим творческим трудом создавшему для общества новое техническое средство, гарантируется возможность извлечения выгоды из монопольного владения этим средством в течение установленного законом срока, после истечения которого оно поступает во всеобщее пользование. Предоставление такой возможности осуществляется в рамках специальной процедуры, которая включает доведение до сведения общества данных о созданном техническом новшестве (составление и подача заявки, публикация материалов заявки и т. п.), проверку компетентным государственным органом того, действительно ли заявленное новшество обогащает мировой уровень техники (экспертиза заявки) и, наконец, выдачу от имени государства особого охранного документа, гарантирующего права заявителя. Таким документом является патент на изобретение или иной объект промышленной собственности, который официально подтверждает права его обладателя и устанавливает их объем.

Права патентообладателя носят абсолютный, исключительный и срочный характер, а также ограничены территорией того государства, патентное ведомство которого его выдало. Абсолютная природа прав патентообладателя определяется тем, что в качестве лиц, обязанных воздерживаться от использования принадлежащей патентообладателю разработки, выступают все остальные члены общества, на которых распространяются законы данного государства. В этом смысле положение патентовладельца весьма схоже с положением собственника, что, как отмечалось, и служило основанием для теоретических конструкций промышленной и интеллектуальной собственности. Никто не вправе посягать на возможность патентообладателя единолично владеть и распоряжаться принадлежащей ему разработкой, если только в самом законе не установлены на этот счет определенные изъятия.

Исключительный характер субъективных патентных прав выражается в том, что в пределах одной страны права на разработку могут принадлежать лишь одному патентообладателю. Выдача двух патентов на один и тот же объект не допускается. Сфера действия этого правила, однако, ограничена национальными рамками соответствующей страны. На один и тот же объект в разных странах патент может быть выдан разным лицам. Как предусматривает ст. 4^{M}* Парижской конвенции по охране промышленной собственности, «патенты, заявки на которые поданы в разных странах Союза гражданами стран Союза, независимы от патентов, полученных на то же изобретение в других странах, входящих или не входя-

щих в Союз». Разумеется, владеть патентом может не только одно лицо, но и несколько лиц, выступающих в качестве его совладельца.

Признак срочности выражается в том, что права, вытекающие из патента, действуют в течение определенного периода времени.

Содержание патентных прав. Патентообладателю принадлежит исключительное право на использование охраняемых патентом изобретения, полезной модели или промышленного образца по своему усмотрению, если такое использование не нарушает прав других патентообладателей. Указанное право включает также возможность запретить использование указанных объектов другим лицам, за исключением случаев, когда такое использование в соответствии с законодательством не является нарушением права патентообладателя. Под использованием понимается введение в хозяйственный оборот продукта, созданного с применением изобретения, полезной модели или промышленного образца, а также применение способа, охраняемого патентом на изобретение. Введение в хозяйственный оборот, в свою очередь, охватывает собой такие действия, как изготовление, применение, ввоз, хранение, предложение к продаже, продажа и т. д. продукта, созданного с использованием охраняемого решения, а также применение способа, охраняемого патентом на изобретение.

Права по распоряжению патентом. Патентообладатель может самостоятельно использовать принадлежащие ему изобретение, полезную модель или промышленный образец путем организации промышленного производства и реализации изделий, охраняемых патентом, либо может предоставить право на их использование другим лицам или вовсе уступить свои права, вытекающие из патента. Необходимость распоряжения патентными правами может быть обусловлена ограниченностью экономических и производственных ресурсов патентообладателя, его нежеланием или неспособностью заниматься решением производственных и коммерческих вопросов, стремлением быстрее внедрить разработку и множеством других причин. Передача патентных прав может осуществляться в различных юридических формах, однако наибольшее практическое значение имеют их уступка и выдача лицензий на использование изобретений, полезных моделей и промышленных образцов.

Уступка патентного права означает передачу патентовладельцем принадлежащего ему права другому лицу (лицам). В соответствии с законодательством патентообладатель может уступить полученный патент любому физическому или юридическому лицу.

Патентное законодательство России, как и законодательство других стран, устанавливает ряд случаев, когда действия третьих лиц по использованию разработки не являются нарушениями исключительных прав владельца патента. Эти случаи, нередко именуемые свободным использованием запатентованных объектов, являются в основном достаточно традиционными и соответствуют мировой патентной практике. Они исчерпывающим образом определены законодательством и сводятся к следующему.

Во-первых, не признается нарушением исключительного права патентообладателя применение средств, содержащих изобретения, полезные модели и

промышленные образцы, защищенные патентами, в конструкции или при эксплуатации транспортных средств (морских, речных, воздушных, наземных и космических) других стран при условии, что указанные средства временно или случайно находятся на территории РФ и используются для нужд транспортного средства. Данное правило, известное законодательству подавляющего большинства государств, вытекает из ст. 51 Парижской конвенции по охране промышленной собственности. Согласно законодательству, оно применяется не только к физическим и юридическим лицам государств-участников Парижской конвенции, но и к гражданам и юридическим лицам любых стран, предоставляющих такие же права владельцам транспортных средств России.

Рассматриваемое исключение из сферы патентного права касается лишь использования запатентованных объектов непосредственно в конструкции или при эксплуатации транспортных средств, т. е. в их корпусе, в машинах, в оснастке, в механизмах, в оборудовании и т. д., при условии, что эти объекты применяются исключительно для нужд транспортного средства. Использование объекта промышленной собственности, выходящее за эти пределы, например его производство на борту судна, предложение к продаже, продажа и т. п., является нарушением патентных прав. Кроме того, данная льгота распространяется лишь на транспортные средства других стран. Она, например, не касается российских судов, даже если они приписаны к порту какой-либо другой страны и лишь временно или случайно заходят в страну своего флага.

Во-вторых, не является нарушением патентных прав проведение научного исследования или эксперимента над средством, содержащим изобретение, полезную модель или промышленный образец, защищенные патентами. Под «средством» в данном случае понимается любой объект, который в соответствии с действующим законодательством признается патентоспособным изобретением, полезной моделью или промышленным образцом, т. е. устройство, способ, вещество, художественно-конструкторское решение и т. д. Разрешенным видом использования является лишь научное исследование самой разработки или эксперимент с нею. Она может проводиться с целью проверки работоспособности и эффективности созданной разработки, в научных целях и т. п. Если разработка используется не как объект исследования или эксперимента, а как их средство, такие действия будут нарушением патентных прав.

В-третьих, разрешенным случаем использования является применение запатентованных средств при чрезвычайных обстоятельствах, т. е. при стихийных бедствиях, катастрофах, крупных авариях и т. п. В указанных ситуациях допускается лишь применение охраняемых законом изобретений, полезных моделей и промышленных образцов, т. е. их производственное использование для ликвидации или предотвращения последствий названных событий. Применение разработки хотя и при наличии чрезвычайных обстоятельств, но в целях, не связанных непосредственно с их действием, является нарушением патентных прав. Иные виды использования, в частности, изготовление запатентованного объекта, его хранение, предложение к продаже и т. п., не разрешаются. Кроме того, в случае приме-

нения охраняемой разработки в данных условиях патентообладателю гарантируется последующая выплата соразмерной компенсации.

В-четвертых, запатентованные средства могут применяться в личных целях без получения дохода. Разрешенное использование разработки охватывает собой в данном случае лишь ее применение. Другие способы использования, в частности изготовление или ввоз, даже если при этом не преследуются коммерческие цели, являются нарушением патентных прав.

6. ПРАВА АВТОРОВ ИЗОБРЕТЕНИЙ, ПОЛЕЗНЫХ МДЕЛЕЙ, ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ И ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЕЙ. ЗАЩИТА ПРАВ АВТОРОВ И ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЕЙ

Патентное законодательство России, нормы которого регулируют в основном отношения, связанные с приобретением, осуществлением и защитой патентных прав на объекты промышленной собственности, признает и гарантирует также охрану прав действительных создателей технических новшеств. При сравнении нового законодательства с ранее действовавшими в СССР нормативными актами по изобретательству может на первый взгляд показаться, что законодатель вообще забыл о правах самих авторов новых разработок, сосредоточив все внимание на правах и обязанностях патентообладателей. Но, во-первых, выдвижение на первый план в законе фигуры патентообладателя является вполне естественным шагом и закономерно, вытекает из перехода к патентной форме охраны изобретений и других объектов промышленной собственности. Во-вторых, создателям патентоспособных технических новшеств впервые предоставлена реальная возможность самим стать патентообладателями. В-третьих, закон «помнит» об авторах, гарантируя им все основные права, которые обычно предоставляются разработчикам патентным законодательством развитых стран.

Правда, в отличие от ранее действовавших нормативных актов, в частности Положения об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях 1973 г., Закона СССР «Об изобретениях в СССР» и др., в законе отсутствует специальный раздел, посвященный правам авторов. Права реальных разработчиков рассредоточены по разным статьям закона, и, чтобы получить реальную картину защищенности интересов действительных создателей технических новшеств, необходимо проанализировать весь закон. Конечно, некоторых прав и льгот, предусмотренных прежним законодательством, изобретателям в новом законе не предоставлено. Так, законодательство не предусматривает права автора на присвоение изобретению имени автора или специального названия, не упоминает об особых правах и льготах изобретателей в трудовых, жилищных и иных отношениях. Следует лишь учесть, что названные и аналогичные им права и льготы ранее предоставлялись изобретателям в ответ на уступку ими государству самого главного – исключительного права на использование разработки. Сейчас, когда автор разработки сам распоряжается результатами своего творческого труда, его потребности и интересы должны удовлетворяться за счет умелого использования и реализации принадлежащих ему базовых прав.

Традиционно в советской юридической литературе права изобретателей подразделялись на личные неимущественные и имущественные и рассматривались применительно к трем основным юридическим фактам, а именно: созданию разработки; признанию разработки объектом промышленной собственности; внедрению (использованию) разработки заинтересованными лицами. Такая схема, рассчитанная в основном на получение изобретателями авторских свидетельств на созданные ими разработки, малопригодна для восстановленной в России патентной формы охраны объектов промышленной собственности. Конечно, деление авторских прав на личные неимущественные и имущественные попрежнему сохраняется и имеет большое практическое значение. Однако деление прав изобретателей на отдельные группы применительно к различным стадиям развития изобретательских отношений едва ли уместно в связи с быстрым превращением изобретателя в патентообладателя или уступкой им своих прав правопреемнику (патентообладателю). Поэтому целесообразно просто остановиться на тех правах авторов, которые закрепляются за ними патентным законодательством.

Право на подачу заявки. Прежде всего, закон предоставляет автору изобретения, полезной модели или промышленного образца право подать заявку на выдачу патента и стать патентообладателем. Вопросы о том, что представляет собой заявка, куда она подается и т. п., были рассмотрены в предыдущей главе. Здесь же дадим характеристику самому праву на подачу заявки. Законодательство России исходит из того, что подать заявку на выдачу патента может лишь лицо, творческим трудом которого сделана соответствующая разработка, за исключением случаев, указанных в законе. При этом, в отличие, например, от патентного права США, не требуется, чтобы заявитель был «действительным и первым изобретателем». Вполне достаточно, чтобы заявитель был изобретателем, что и предполагается при подаче заявки. Иными словами, от заявителя, который называет себя изобретателем, не требуется представления каких-либо доказательств того, что именно он создал ту или иную разработку. Напротив, если в качестве заявителей выступают другие лица, являющиеся правопреемниками изобретателя, они должны доказать свое правомочие на подачу заявки.

Важнейшим личным неимущественным правом изобретателя является право авторства, которое в общем виде можно определить как возможность, предоставленную законом действительному создателю изобретения, полезной модели или промышленного образца, быть признанным единственным их творцом.

Право на вознаграждение. К числу имущественных прав создателей разработок, которые по тем или иным основаниям не становятся патентообладателями, относится право на получение вознаграждения от патентообладателя или иных лиц, использующих разработку. Такое право возникает у двух категорий авторов. Во-первых, им обладают авторы, создавшие разработку в связи с выполнением своих служебных обязанностей или полученного от работодателя конкретного задания. Как уже отмечалось, в том случае, если только соглашением между автором и работодателем не предусмотрено иное, право на получение патента принадлежит работодателю. Но автор при этом имеет право на вознаграждение,

соразмерное выгоде, которая получена работодателем или могла бы быть им получена при надлежащем использовании объекта промышленной собственности.

Защита прав авторов и патентообладателей. Под защитой прав и законных интересов изобретателей и патентообладателей понимаются предусмотренные законом меры по их признанию и восстановлению, пресечению их нарушений, применению к нарушителям мер ответственности, а также механизм практической реализации этих мер. В качестве субъектов права на защиту выступают авторы разработок, патентообладатели, владельцы лицензий и их правопреемники. В новом законодательстве, в отличие от ранее действовавшего законодательства, центральное место совершенно заслуженно отводится защите прав патентообладателей. Это и понятно, так как именно они становятся главной фигурой патентных отношений в новых условиях использования запатентованных разработок. Наряду с этим законом обеспечивается защита личных прав непосредственных создателей изобретений, полезных моделей и промышленных образцов, а также их имущественных интересов во взаимоотношениях с патентообладателями и другими пользователями созданных ими разработок. Что касается лицензиатов, то защита приобретаемых ими прав либо обеспечивается патентообладателями-лицензиарами, либо в соответствии с лицензионными договорами осуществляется ими самостоятельно. В случае смерти авторов или патентообладателей принадлежавшие им права и соответственно права на их защиту переходят к их наследникам.

Защита прав, которые принадлежат нескольким лицам (соавторам, совладельцам патента, наследникам), осуществляется либо всеми ими сообща, либо каждым из них в отдельности. При этом потерпевшие могут действовать как самостоятельно, так и прибегнуть к услугам патентных поверенных.

Защита прав и законных интересов авторов, патентовладельцев и иных обладателей исключительных прав на объекты промышленной собственности осуществляется путем использования предусмотренных законом форм, средств и способов защиты. В рассматриваемой сфере защита соответствующих прав производится в основном в юрисдикционной форме, т. е. путем обращения к специальным юрисдикционным органам. Неюрисдикционная форма защиты, т. е. принятие потерпевшим мер по самозащите нарушенных прав, встречается редко и в основном сводится к отказу от совершения действий, идущих вразрез с заключенным лицензионным договором, задержке соответствующих платежей в связи с несовершением необходимых действий другой стороной, отказу от выполнения недействительного договора и т. п.

Юрисдикционная форма защиты, в свою очередь, охватывает судебный и административный порядки реализации предусмотренных законом мер защиты. При этом общим является судебный порядок, так как защита прав в административном порядке осуществляется лишь в случаях, прямо указанных в законе. Административный порядок защиты означает подачу возражений на экспертное заключение в Апелляционную палату РОСПАТЕНТА.

Гражданско-правовые способы защиты представляют собой предусмотренные законодательством меры принудительного характера, с помощью которых

осуществляется восстановление (признание) нарушенных прав и интересов создателей изобретений, полезных моделей и промышленных образцов, пресечение нарушений, а также имущественное воздействие на нарушителей. В законодательстве РФ эти меры не названы, однако перечень возможных способов защиты субъективных гражданских прав додержится в ст. 12 ГК РФ. К ним, в частности, относятся требования о признании права, о восстановлении положения, существовавшего до нарушения права, о пресечении действий, нарушающих право или создающих угрозу его нарушения, о присуждении к исполнению обязанности в натуре, о взыскании убытков или неустойки и др.

Наряду с гражданско-правовыми санкциями российское законодательство предусматривает уголовно-правовую ответственность за некоторые нарушения прав изобретателей и патентообладателей. Так, в соответствии со ст. 147 УК РФ к числу уголовно-правовых нарушений отнесены незаконное использование изобретения, полезной модели или промышленного образца, разглашение без согласия автора или заявителя сущности изобретения, полезной модели или промышленного образца до официальной публикации сведений о них, присвоение авторства или принуждение к соавторству, если эти действия причинили крупный ущерб. Никакие другие действия, затрагивающие права на объекты промышленной собственности, состава преступления не образуют ввиду того, что в уголовном праве нормы не подлежат никакому распространительному толкованию или применению по аналогии.

7. МЕЖДУНАРОДНОЕ ПАТЕНТОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ

Заинтересованность в охране промышленной собственности возникла еще в XV веке. Что касается зарубежного патентования, то в числе стран, первыми на практике осуществивших правовое регулирование вопросов, связанных с предоставлением охраны промышленной собственности иностранцам, можно выделить Англию, которая в качестве одного из путей экономического подъема использовала привлечение ремесленников из-за границы, создавая благоприятные условия для развития разных отраслей промышленности, процветавших в других странах. Для иностранцев в Англии было узаконено «открытое письмо» (Litterae patentes), обеспечивающее королевскую защиту и дающее право на привилегии, представлявшие собой ограниченное по сроку разрешение на занятие определенным ремеслом и изготовление товаров в той или иной отрасли промышленности. В это же время в Англии появился термин «патент».

На особую актуальность проблема охраны промышленной собственности за рубежом приобрела в начале 70-х гг. XIX века, когда бурное научно-техническое и экономическое развитие активизировало международную торговлю. Организация первых промышленных выставок обусловила необходимость охраны экспонируемых там образцов, и, поскольку охрана изобретений, знаков и промышленных образцов представляется в виде исключительных прав на использование, а также учитывая, что законы государства в области охраны промышленной собст-

венности регулируют только те действия, которые были совершены или осуществлены в данном государстве, в качестве первоочередной стала задача создания правовой базы, которая смогла бы определить правовой режим охраны нематериальных объектов и обеспечить их охрану за пределами отдельно взятого государства. Одним из путей решения возникшей проблемы было создание общих межгосударственных норм, определяющих перечень объектов, которым может быть предоставлена охрана, и объем исключительных прав, предоставляемых владельцу промышленной собственности за рубежом, а также разработка норм, обеспечивающих механизм защиты этих прав. Данная задача могла быть решена только путем создания международного договора, регулирующего вопросы в области охраны промышленной собственности за пределами отдельно взятого государства. Таким договором явилась Парижская конвенция по охране промышленной собственности, которая вступила в силу 7 июля 1884 г. и действует по сегодняшний день. Государства, подписавшие Парижскую конвенцию, образовали Международный союз по охране промышленной собственности, возможность вступления в который открыта для всех государств.

Основной целью Парижской конвенции по охране промышленной собственности, которая по праву считается главным международным соглашением в рассматриваемой области, является создание благоприятных условий для патентования изобретений, промышленных образцов и других объектов промышленной собственности гражданами и организациями одних государств в других государствах. Парижская конвенция не предусматривает выдачи какого-либо международного патента, который действовал бы на территории разных государств. Для того чтобы обеспечить охрану разработки в том или ином государстве, необходимо запатентовать ее там. Участники Парижской конвенции договорились о том, что ими не будут устанавливаться никакие дискриминационные меры в отношении иностранных заявителей. Статья 2 конвенции предусматривает предоставление им такой же охраны, какая предоставляется или будет предоставляться в будущем в соответствующей стране ее собственным гражданам и фирмам (принцип национального режима).

Этот ведущий принцип конвенции дополняется рядом материально- правовых правил. Наиболее важным из них является уже рассматривавшееся выше правило о конвенционном приоритете, в силу которого заявка, поданная в одной стране-участнице, обладает во всех других странах-участницах приоритетом в течение 12 месяцев с момента подачи заявки в первой стране. Иными словами, заявителю предоставляется возможность в течение одного года (по промышленным образцам – в течение шести месяцев) испрашивать охрану во всех других странах-участницах; при этом приоритет будет определяться датой подачи первой правильно оформленной заявки в одной из стран-участниц.

Кроме норм о конвенционном приоритете, важное практическое значение имеют такие правила конвенции, как обеспечение временной охраны разработок, помещенных на официальных международных выставках, свободное использование запатентованных объектов в транспортных средствах, временно или случайно находящихся на территории, где они пользуются правовой охраной, обязательное

осуществление изобретений и выдача принудительных лицензий, независимость друг от друга патентов, выданных в разных странах, и др.

Однако Парижская конвенция не устранила территориальной ограниченности действия патента и не решила многих вопросов, возникающих при патентовании за рубежом. Наиболее важные вопросы патентного права, такие как перечень объектов, которым может быть предоставлена охрана, критерии охраноспособности, льготы по новизне, срок действия патента и т. д., остались в компетенции национальных патентных законодательств стран-участниц Парижской конвенции. Кроме того, Парижской конвенцией не были решены вопросы, касающиеся технической сферы рассмотрения заявок, такие, например, как унификация требований к оформлению заявки, а также не были решены вопросы организации патентного поиска и экспертизы, которые являются наиболее трудоемкими процедурами в любом патентном ведомстве.

Необходимость кооперации и сотрудничества в данных вопросах обусловила разработку новых договоров и соглашений в рамках Парижской конвенции.

В конце 60-х – начале 70-х гг. XX века в связи с быстрым ростом числа заявок на выдачу патентов проблема патентования встала особенно остро, идея кооперации и сотрудничества в технических вопросах рассмотрения заявок на изобретения при сохранении полного суверенитета национальных патентных ведомств над правовыми вопросами была реализована сразу в двух межгосударственных договорах. Были разработаны и практически одновременно вступили в действие региональное соглашение – Европейская патентная конвенция (ЕПК) и международный договор – Договор о патентной кооперации (PCT).

Договор о патентной кооперации (PCT) имеет своей основной задачей облегчение подачи заявок на охрану одной и той же разработки в разных странах и сокращение дублирования в работе патентных ведомств. Договор предусматривает возможность составления и подачи в национальное патентное ведомство так называемой международной заявки в тех случаях, когда заявитель хочет обеспечить охрану разработки в нескольких странах. Подача международной заявки избавляет заявителя от необходимости оформлять и подавать заявки в каждую из стран, в которых он желает получить охрану. В страны, избранные заявителем, направляются результаты рассмотрения международной заявки, на основе которых патентные ведомства соответствующих стран, как правило, без проведения повторной проверки, решают вопрос о выдаче охранных документов.

Помимо кооперации в сфере проведения патентной экспертизы договор PCT преследует цели быстрейшего распространения технической информации, а также оказания помощи тем странам, которые не в состоянии собственными силами обеспечить качественное и своевременное рассмотрение заявок.

Региональные патентные системы. Работа патентных ведомств различных стран принципиально имеет один и тот же характер, поэтому вполне логичной является идея кооперации нескольких стран с целью организации единого патентного ведомства, обеспечивающего прием и регистрацию охранных документов, которые действуют на территориях кооперирующихся стран. Впервые эта идея была реализована после второй мировой войны в Европе.

Основной особенностью региональных патентных систем является то, что патенты, выдаваемые патентным ведомством региональной системы, действительны во всех государствах, образовавших эту систему. В пределах конкретной региональной системы национальные законы и подзаконные акты по вопросам патентования объектов промышленной собственности унифицируются.

Патентная кооперация является составной частью процесса регионального экономического сближения, и в ней участвуют те государства, которые являются участниками той или иной региональной интеграционной группировки. Процедура предоставления охраны изобретениям и поддержания прав на патенты предусматривает выполнение административных функций, в сущности, одинаковых для многих стран. Получение регионального патента значительно сокращает издержки, связанные с патентованием в нескольких государствах: заявитель готовит заявку на одном языке, она подается через одного патентного поверенного, в то же время полученный патент обеспечивает охрану изобретения в нескольких государствах. За счет сокращения материальных и временных затрат облегчается процесс патентования и достигается более глубокое взаимодействие национально-правовых систем охраны. Тем самым смягчается территориальный характер прав на изобретения, способный создавать препятствия на пути достижения основных свобод общего рынка: свободы движения товаров и услуг и свободы конкуренции. Поэтому учреждение институционных механизмов для оформления прав на патенты является закономерным результатом региональной экономической интеграции.

Европейская патентная система. В 1973 г. на конференции в Мюнхене европейские государства приняли конвенцию о выдаче европейских патентов. Ее подписали 16 государств, что положило начало созданию Европейской региональной патентной системы. Главная цель этой системы – содействие интеграционным процессам в экономике Европы.

Системой управляет административный совет, работу по экспертизе заявок и выдаче патентов выполняет Европейское патентное ведомство (ЕПВ). Европейские патенты может получить любой заявитель независимо от того, проживает он на территории подписавших эти конвенции государств или нет. Патенты, выдаваемые ЕПВ, могут быть по желанию заявителя действительны на территории всех или только некоторых государств, входящих в европейскую региональную систему.

Европейская патентная конвенция, вступившая в силу в 1977 г., в настоящее время насчитывает 32 европейских государства, т. е. охрана объектов промышленной собственности в рамках Европейской патентной конвенции становится возможной практически на всей территории Европы. Однако следует заметить, что конвенция предоставляет охрану только изобретениям. В соответствии с процедурой, регламентированной Европейской патентной конвенцией, заявитель имеет возможность вместо нескольких патентных заявок на разных языках, подаваемых в различные патентные ведомства, подать только одну заявку на одном языке и проводить ее экспертизу в одном Европейском патентном ведомстве. В случае положительного решения экспертизы заявителем приобретаются патент-

ные права, действующие независимо в тех европейских государствах, которые были указаны заявителем в заявке на выдачу европейского патента при ее подаче. Но при этом следует учитывать, что на сегодняшний день в рамках Европейской конвенции не существует единого охранного документа – европейского патента, и, в случае принятия Европейским патентным ведомством решения о выдаче патента, заявитель получает своеобразный «букет» из национальных патентов, каждый из которых действует независимо от другого. Таким образом реализуется основополагающий принцип конвенции, согласно которому осуществление прав, возникающих вследствие выдачи европейского патента, регулируется нормами национального законодательства каждой из стран-участниц Европейской патентной конвенции. Это касается и сроков действия патента в каждой отдельной стране, и применяемых мер пресечения недобросовестной конкуренции.

Евро-Азиатская патентная организация. В 1994 г. в Москве была подписана Евро-Азиатская патентная конвенция и создана Евро-Азиатская патентная организация (ЕАПО). В нее входят 10 государств. Участие в ЕАПО обеспечивает упрощение и удешевление процедуры получения патента на Изобретение, который действует во всех государствах организации: одна заявка на одном (русском) языке – одна экспертиза – один патент. Рассматривает заявки и выдает патенты Евро-Азиатское патентное ведомство (ЕАПВ). К ЕАПО могут присоединяться любые другие государства-члены Организации объединенных наций (ООН) и Парижской конвенции по охране промышленной собственности.

Африканские региональные патентные системы. Вслед за Европой в Африке были созданы две региональные системы охраны промышленной собственности. В 1962 г. двенадцать франкоговорящих стран Африки учредили Африканское и Малагасийское ведомства по промышленной собственности. Данное соглашение было пересмотрено позднее (в 1977 г.) в соответствии с Бангийским соглашением, в котором было провозглашено создание Африканской организации интеллектуальной собственности (OAPI). Эта организация создана для регистрации таких объектов промышленной собственности, как патенты, товарные знаки и промышленные образцы. В настоящее время членами OAPI являются следующие государства: Бенин, Буркина-Фасо, Камерун, Центральноафриканская Республика, Чад, Конго, Габон, Кот-де'Ивуар, Мали, Мавритания, Нигер, Сенегал и Того. Все охранные документы, выданные OAPI, являются действительными на территории всех перечисленных стран.

С целью помощи англоговорящим странам Африки с 1973 г. ВОИС и Экономическая комиссия ООН по Африке выполнили комплекс работ, направленных на создание патентной системы англоговорящих стран. Решение о создании этой системы было принято в г. Лусака (Замбия) в декабре 1976 г. Соглашение о создании Африканской региональной организации промышленной собственности англоговорящих стран (ESARIPO) вступило в силу 15 февраля 1978 г. С декабря 1985 года ESARIPO было переименовано в Африканскую региональную организацию промышленной собственности (ARIPO). Государствами-членами этой организации являются: Ботсвана, Гамбия, Гана, Кения, Лесото, Малави, Сьерра-Леоне, Сомали, Судан, Танзания, Уганда, Замбия и Зимбабве. Эта организация

ставит своей целью гармонизацию законодательств в области интеллектуальной собственности стран-участниц ARIPO, получает и регистрирует заявки на патенты и промышленные образцы.

8. КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Разработка и внедрение высоких технологий – ключевой фактор рыночного производства, научно-технического прогресса. Патентно-лицензионная политика государства во многом определяет развитие страны. От ее направленности, правильного выбора и реализации зависит решение ключевых социально-экономических задач.

В экономическом обороте патенты охраняют весь комплекс мероприятий, связанных со сбытом патентованных товаров и технической помощью, а также в виде лицензий выступают как непосредственные объекты коммерческих сделок. Кроме того, они являются ценнейшим источником технической информации. При приобретении лицензии открывается доступ к новой прогрессивной технологии производства, лицензиат экономит время и средства, которые в иных условиях пришлось бы затратить на исследовательские работы. Это особенно важно в современной конкурентной борьбе в связи с сокращением сроков морального старения товаров. Поэтому многие фирмы предпочитают не тратить средств и времени на самостоятельные исследования, а покупают лицензии на чужие, хорошо зарекомендовавшие себя изобретения. «Без зарубежных лицензий, – заявлял, например, директор японской фирмы «Явата эйрон энд стил» Т. Хираи, – наша программа развития сталелитейной промышленности растянулась бы дополнительно на десять лет». Приобретение лицензий позволяет также экономить иностранную валюту, которую в иных условиях пришлось бы расходовать на импорт товара.

Лицензии используются как средство освоения тех внешних рынков, на которые экспорт товаров или капиталов невозможен или выгоден. Кроме того, торговля лицензиями стимулируется еще и ростом международного научно-технического обмена, расширяющего по мере прогресса техники, увеличения роли науки в производстве и усиление неравномерности ее развития в отдельных странах. Коммерческий характер такого обмена требует правового обоснования в виде патентования изобретений в иностранных государствах, лицензии же служат непосредственной формой сделок по продаже таких специфических товаров, как изобретения. Именно в форму лицензионных соглашений, например, облекаются многочисленные соглашения об оказании технической помощи.

8.1. Предлицензионные договоры

При подготовке и заключении договоров о передаче технологии весьма важен начальный период. Он связан с доведением разработки до промышленного использования, ее маркетингом, загранпатентованием. В большинстве случаев изобретатель не имеет для этого собственных ресурсов и старается привлечь

средства инвестора, желая при этом сохранить определенный контроль над изобретением. В свою очередь инвесторы хотят иметь гарантии возврата вложенных средств и получения прибыли, если коммерческая реализация разработки будет успешной.

8.1.1. Договор об оценке технологии

Это, по сути, опционный договор, передающая сторона которого в силу своих ограниченных возможностей (финансовых или иных) не способна довести технологию до пригодного к коммерческому использованию состояния. Все необходимые для этого действия (изготовление образцов, испытания, экспертная оценка, изучение рынка и т. п.) берет на себя принимающая сторона. При этом весьма высока вероятность получить отрицательную оценку коммерческой применимости технологии. Поэтому и оплата за нее при положительном результате будет ниже, чем при нормальном опционном договоре. Как правило, ни передача имеющейся документации (зачастую это только материалы заявки на изобретение или полезную модель), ни ее оценка не сопровождаются какими-либо выплатами. Вознаграждение передающей стороне предусмотрено лишь при последующем заключении лицензионного договора, поскольку все расходы по оценке, а в ряде случаев и по доработке изобретения ложатся на принимающую сторону.

Принимающая сторона в таких договорах не идет на оговорку о возможности заключения основного договора с третьим лицом при предложении последним более выгодных условий. Кроме того, она обычно настаивает на отказе разработчика от самостоятельного распространения информации об оцениваемой технологии в период действия договора. Тем не менее, для авторов, желающих коммерциализовать свои разработки, да и для многих отечественных организаций заключение договора об оценке является единственной реальной возможностью начала маркетинга.

Услуги по оценке коммерческой применимости технологии часто предлагают посреднические фирмы, осуществляющие предварительный отбор технологий для передачи их заинтересованным компаниям. В этом случае принимающая сторона договора об оценке оговаривает себе определенный процент от платежа по будущему лицензионному договору. Срок действия договоров об оценке технологии с посредническими фирмами обычно составляет от полугода до года. Некоторые фирмы предпочитают принимать на оценку только относительно простые изобретения, требующие минимальной технологической доработки, исходя из принципа «меньший доход при меньшем риске». Встречаются ограничения по новизне изобретения. Например, на оценку принимаются изобретения, заявки на которые были поданы от трех месяцев до полугода тому назад. Минимальный срок говорит об уважении к российскому законодательству, а максимальный позволяет еще провести зарубежное патентование изобретения с использованием конвенционного приоритета.

8.1.2. Договор о сотрудничестве

Другим часто встречающимся вариантом опционного договора является договор о сотрудничестве, заключаемый между разработчиком и инвестором для

совместного доведения изобретения до коммерческого использования. В отличие от договора об оценке технологии он предполагает наличие определенных средств и возможностей у разработчика и представляет, таким образом, договор о совместной деятельности. При этом чаще всего одна сторона отвечает за технологическую, а другая – коммерческую часть продвижения изобретения на рынок.

Разработчик осуществляет подготовку технической документации, создание опытных образцов, проведение опытной проверки (с соответствующим оформлением результатов) и т. п. Инвестор отвечает за продвижение технологии на рынок, нередко оплачивает патентование в согласованных странах. Как правило, договор предусматривает предоставление инвестору права на ведение переговоров и подписание договоров и иных необходимых документов от имени разработчика. Иногда право на подписание документов ставится в зависимость от предварительного согласования и получения в каждом случае письменного подтверждения.

8.1.3. Договор о патентной чистоте

Во всех случаях, когда предлицензионные договоры предусматривают передачу внутри России материальных объектов (опытных образцов и т. п.), должны быть рассмотрены вопросы патентной чистоты. Следует определить, может ли в принципе такая передача нарушить охраняемые законом исключительные права третьих лиц, или она входит в перечень действий, не признаваемых нарушением исключительного права патентообладателя (например, это только проведение научного исследования или эксперимента). Напомним, что в России передача технической документации не считается использованием изобретения, и в таком случае вопрос о патентной чистоте не стоит. Если предусматривается передача за рубеж, то этот вопрос в отношении соответствующей страны может возникнуть и при передаче только технической документации.

Если будет выяснено, что предусмотренная предлицензионным договором передача технологии может в принципе привести к нарушению прав третьих лиц, необходимо провести поиск на патентную чистоту, руководствуясь соответствующим государственным стандартом, и принять меры к исключению возможного нарушения или достижению договоренности с владельцами таких прав. В силу разброса информации, возможных пробелов в фондах и базах данных даже самый тщательный поиск не может дать стопроцентной уверенности. Поэтому в договоре желательно определить, на ком лежит ответственность за возможное нарушение исключительных прав третьих лиц, и как в таком случае будут действовать стороны. Если это не оговорено, а впоследствии возникнет конфликт с третьими лицами, то, скорее всего, ответственной будет признана передающая сторона (разработчик технологии), поскольку в прежних типовых договорах обязанность проверки патентной чистоты возлагалась на лицензиара.

8.2. Лицензионные соглашения

Законодательство определяет три вида лицензионных договоров, подлежащих регистрации:

– договор об уступке патента, на основании которого право на патент переходит от одного патентообладателя – юридического и/или физического лица – другому;

– договор исключительной лицензии, заключив который, патентообладатель передает лицензиату исключительное право на использование изобретения, охраняемого патентом, и лишается права заключать на аналогичных условиях договоры по нему с третьими лицами;

– договор неисключительной лицензии, позволяющий патентообладателю предоставлять право на использование охраняемого патентом изобретения на аналогичных условиях неограниченному числу пользователей.

Перечисленные договоры подлежат регистрации в том случае, если они являются составной частью смешанных договоров, в частности договоров о совместной деятельности.

Незарегистрированные договоры не действительны, т. е. не производят юридического действия, как в отношении сторон договора, так и в отношении третьих лиц.

Регистрацию договоров осуществляет отдел лицензий и договорных отношений РОСПАТЕНТА. Регистрация позволяет установить правомочность лица, передающего права по патенту, выявить и устранить условия, противоречащие действующему законодательству, взаимоисключающие условия, а также иные упущения, в результате которых могут возникнуть серьезные последствия для сторон договора. Иными словами, она обеспечивает режим законности при заключении лицензионных договоров и договоров уступки патентов.

Такая опека государственной структуры способствует становлению отечественного рынка лицензий, что особенно важно при отсутствии прямого законодательного регулирования таких договоров и практики рассмотрения в судах споров, касающихся нарушения обязательств сторонами, их заключившими.

При заключении лицензионного договора возникают вопросы, связанные с предоставлением гарантий. Так, лицензиат желает иметь гарантии действительности патента, являющегося предметом соглашения, и возможности беспрепятственно использовать техническое решение, им охраняемое, а также гарантии осуществимости и качества того, что предлагает лицензиар.

В свою очередь лицензиар хочет иметь гарантию того, что передаваемая по лицензии технология не будет дискредитирована недобросовестным использованием, что лицензия принесет ему реальную выгоду, а деятельность лицензиата не нанесет ущерба его собственной коммерческой деятельности.

Наиболее важны патентно-правовые гарантии. Уже в преамбуле большей части лицензионных соглашений, поступающих на регистрацию в отдел лицензий и договорных отношений РОСПАТЕНТА, указывается, что лицензиар обладает всеми необходимыми правами на соответствующие патенты.

В лицензионные соглашения, как правило, включаются гарантии лицензиара о действительности патента и поддержании его в силе. Невыполнение патентообладателем-лицензиаром обязательств по поддержанию патента в силе может привести к досрочному прекращению действия лицензионного договора. Такие гарантии не устраняют риск досрочного прекращения действия патента.

Необходимо помнить, что юридические последствия признания патента недействительным прямо зависят от причины аннулирования.

Если аннулирование патента произведено в виду несоответствия объекта промышленной собственности критериям патентоспособности, т. е. патентообладатель-лицензиар не мог знать об этом заранее, то лицензионный договор должен быть прекращен только с момента вынесения соответствующего решения.

Если патент аннулирован на основании неправильного указания в нем автора или патентообладателя, т. е. патентообладатель на момент заключения соглашения знал или должен был знать о незаконности предмета договора, то на основании ст. 168 ГК РФ договор должен быть признан недействительным с момента заключения со всеми вытекающими юридическими последствиями. Прецеденты принятия судами таких решений в отечественной практике уже имеются.

Лицензиат желает также получить от лицензиара гарантию об ответственности по искам третьих лиц на случай, если промышленное использование патента по лицензии нарушает патент, принадлежащий третьему лицу.

Вполне понятно, что эти гарантии, даже если они и представлены лицензиаром, не обеспечивают на практике полную безопасность лицензиата от претензий третьих лиц.

Поэтому лицензиар, действуя добросовестно, может заявить лицензиату, что на день договора права по лицензионному патенту не являлись предметом иска со стороны третьих лиц и не затрагивают их права. Однако лицензиар не может гарантировать лицензиату, что впоследствии к нему не будут предъявлены притязания третьих лиц.

Во избежание споров в лицензионных договорах предусматривается распределение обязанностей лицензиара и лицензиата по урегулированию претензий или требований, предъявляемых лицензиару со стороны третьих лиц. В случае, когда лицензиар – юридическое лицо, договоры, как правило, содержат положение о том, что лицензиат должен известить о претензиях третьих лиц лицензиара, который на свой риск и за свой счет обязан их урегулировать и принять необходимые меры для беспрепятственного использования предмета соглашения.

В лицензионных договорах предусматривается также распределение обязанностей между лицензиаром и лицензиатом по защите прав последнего в случае их нарушения третьими лицами. Здесь возможны различные варианты распределения обязанностей и расходов, связанных с защитой прав лицензиата.

При распределении между лицензиаром и лицензиатом обязанностей по ведению судебного процесса следует учитывать, что требования к нарушителю патента, а, следовательно, и иски в суд могут быть заявлены только патентообладателем, а также обладателем лицензии исключительного права, если иное не предусмотрено лицензионным договором. На практике имеет место возложение

на лицензиата неисключительной лицензии обязанности предъявлять иски к нарушителю патента, что препятствует регистрации договоров, содержащих такие положения.

Практика регистрации договоров свидетельствует, что не менее чем в 90 % из них передача прав на использование запатентованных технических решений сопровождается предоставлением ноу-хау, обеспечивающего возможность их эффективного промышленного использования. В связи с этим очевидна важность технических гарантий, позволяющих лицензиату быть уверенным, что он будет в состоянии изготавливать изделия того качества, что и лицензиар.

В лицензионном договоре возможно предусмотреть, чтобы лицензиар гарантировал результат, который получит лицензиат, используя предоставленные ему права по патенту и ноу-хау. Однако при этом договор потребует и условий, которые позволят его обеспечить. Такой договор должен определять все технические параметры, которые обусловливают получение результатов, перечислять детально все условия, необходимые для действенности гарантии.

Практически наиболее полная гарантия представляется возможной при условии, что производство лицензиата в течение определенного времени будет находиться под полным контролем лицензиара, что не всегда желательно для лицензиата. Следует отметить, что на практике лишь незначительная часть зарегистрированных лицензионных договоров содержит такие положения. Однако в силу особенностей правового регулирования они в полной мере присущи договорам коммерческой концессии.

Как правило, в лицензионных договорах, в которых предоставление права на использование запатентованных изобретений, полезных моделей, промышленных образцов сопровождается передачей ноу-хау, лицензиар гарантирует, что передает лицензиату без утайки все элементы, позволяющие добиться результатов, сопоставляемых с его собственными. Такие гарантии обеспечивают договорные положения о возможности осуществления контроля и/или технических испытаний на местах, когда производство продукции по лицензии уже освоено. При этом договор может содержать положения, уточняющие условия такого технического контроля.

Названные подходы к платно-правовым и техническим гарантиям соответствуют отечественной и международной практике в этой сфере и представляются оптимальными.

8.2.1. Договор исключительной лицензии

При предоставлении простой лицензии лицензиар, разрешая лицензиату в установленных границах использовать объект соглашения, оставляет за собой право как самому эксплуатировать его, так и выдавать на тех же условиях лицензии третьим лицам. Обычно в рамках одной страны число лицензиатов редко превышает 4-5.

Выдавая исключительную лицензию, лицензиар предоставляет лицензиату уже исключительное право использования объекта соглашения в тех пределах, в которых это оговорено, отказываясь как от выдачи аналогичных лицензий треть-

им лицам, так и в принципе от самостоятельной эксплуатации объекта соглашения в установленных для лицензиата границах.

Однако лицензиар имеет право использовать объект соглашения самостоятельно или выдавать на его базе лицензии третьим лицам, если это не нарушает условий соглашения. Так, одной фирме исключительная лицензия предоставляется на производство продукции, другой – на ее сбыт. Несколько исключительных лицензий может быть продано фирмам из различных отраслей промышленности с запретом использовать объект соглашения где-либо вне этих отраслей.

Выбор типа лицензии – простой или исключительной – зависит, прежде всего, от объема рынка той страны или территории, на которую предоставляется лицензия, и характера изобретения.

В случае если рынок невелик, есть смысл выдать исключительную лицензию: наличие нескольких лицензиатов, получивших простые лицензии, создаст на этом небольшом рынке конкуренцию, которая в итоге собьет цены, что отразится и на объеме лицензионного вознаграждения.

Исключительная лицензия предпочтительна и при продаже изобретения с ограниченной сферой применения, так как объем сбыта товаров, произведенных на базе такой лицензии, будет невелик даже на самом обширном рынке (например, некоторых видов медикаментов).

Простые лицензии выдаются обычно на товары массового производства и спроса, а также в страны с емким внутренним рынком – США, Англию, ФРГ и др. В этих случаях несколько лицензиатов быстрее освоят рынок, чем один, и лицензиар будет гарантирован от применения лицензии в недобросовестных целях (например, для торможения производства). Кроме того, лицензиар сохраняет и за собой право выхода на данный рынок с запатентованной продукцией.

8.2.2. Договор коммерческой концессии

Основное обязательство, определяющее особенности договора, – предоставление правообладателем пользователю комплекса исключительных прав на использование объектов интеллектуальной собственности в предпринимательской деятельности.

Комплекс исключительных прав, предоставленных правообладателем пользователю, состоит из известной триады прав, присущих также и договору франшизы:

– права действовать под фирменным наименованием и/или коммерческим обозначением правообладателя;

– права на товарные знаки, знаки обслуживания;

– права использовать принадлежащие ему охраняемые объекты промышленной собственности – изобретения, промышленные образцы, а также охраняемую коммерческую информацию (ноу-хау).

Коммерческая информация и коммерческий опыт, предоставляемые пользователю по договору, включают обычно профессиональное обучение персонала, специальный инструктаж в течение всего периода действия договора по различным аспектам организации хозяйственной деятельности, таким, как управление,

создание сбытовой сети, эксплуатация оборудования, ведение учета и отчетности, обслуживание клиентов, приготовление фирменных блюд.

При этом правообладатель обязан предоставить пользователю всю необходимую техническую, коммерческую и иную информацию, выдать предусмотренные договором лицензии, проинструктировать пользователя и его работников по вопросам, связанными с реализацией предоставленных исключительных прав, а также оказывать постоянное техническое и консультативное содействие в обучении и повышении квалификации работников и не вправе отступить от этих обязанностей.

Следует отметить, что предметом договора коммерческой концессии служат отчуждаемые имущественные права.

Фирменное наименование и/или коммерческое обозначение являются необходимыми составляющими комплекса исключительных прав, передаваемых по договору коммерческой концессии, его стержневым элементом.

Прекращение же иных исключительных прав, переданных по договору коммерческой концессии, например окончание срока действия патента на изобретение или промышленный образец, свидетельства на товарный знак, прекращение их действия из-за неуплаты пошлины, аннулирования, не влекут за собой прекращение самого договора.

Сторонами по договору коммерческой концессии могут быть коммерческие организации и граждане, зарегистрированные в качестве индивидуальных предпринимателей.

Правообладателем способна выступать фирма, пользующаяся добротной рыночной репутацией, высоким деловым авторитетом, мощным производственным или коммерческим потенциалом.

Пользователем может быть независимый субъект рынка, который отвечает по своим обязательствам собственным имуществом, обладатель собственного, хотя и небольшого капитала, осуществляющий коммерческую деятельность по своему усмотрению и на свой риск, несущий ответственность в пределах принятых на себя обязательств.

Главное требование правообладателя к пользователю – обеспечить качество товаров не ниже фирменного. Однако в этом заинтересован и пользователь. Контроль правообладателя над деятельностью позволяет пользователю полностью интегрироваться в распределительно-сбытовую сеть правообладателя. Другие требования касаются неразглашения секретов производства правообладателя и полученной от него конфиденциальной информации. Нарушение этой обязанности может нанести ущерб правообладателю, так как сохранение конфиденциальности служит необходимой предпосылкой коммерческой ценности информации.

Пользователь обязан информировать потребителя о том, что он использует средства индивидуализации в соответствии с договором коммерческой концессии, и не вводить его в заблуждение.

Предусматривается возможность заключения пользователем договора коммерческой субконцессии с другими лицами и передачи им на его основе всего или части комплекса исключительных прав. При этом в договоре коммерческой кон-

цессии должно быть предусмотрено право (или обязанность) предоставлять третьим лицам субконцессии и условия их предоставления.

Предоставленные на основе субконцессии исключительные права производим от прав, полученных пользователем по основному договору. Их объем не может выходить за пределы прав пользователя. Превышение этих пределов может рассматриваться как нарушение прав пользователем (именуемым вторичным правообладателем) его обязанностей по договору концессии.

Предусмотренные обязательства пользователя не конкурировать с правообладателем и обязательство правообладателя не выдавать концессию другим пользователям на той же территории обусловлены необходимостью четкого определения объема предоставляемых по договору исключительных прав, включая разграничения территориальной и иной сферы между правообладателем и пользователем. Аналогичные условия характерны для лицензионных договоров на объекты промышленной собственности.

Правообладатель также вправе возложить на пользователя обязательства по согласованию с ним места расположение своих «коммерческих точек».

Требования к оформлению договорных отношений в рамках коммерческой концессии. Договор заключается в письменной форме. Кроме того, он подлежит государственной регистрации в соответствующем органе, ведущем государственный реестр юридических лиц и граждан-предпринимателей. Необходимость этой процедуры обусловлена особенностями системы возникновения и закрепления исключительных прав на фирменное наименование и спецификой правового статуса граждан, занимающихся предпринимательской деятельностью без образования юридического лица.

Юридическое лицо, фирменное наименование которого зарегистрировано в установленном порядке, имеет исключительное право его использования.

Лицо, неправомерно использующее чужое зарегистрированное фирменное наименование, по требованию обладателя права на фирменное наименование обязано прекратить его использование и возместить причиненные убытки.

Таким образом, исключительное право на фирменное наименование возникает с момента включения юридического лица в реестр юридических лиц. Лицо, зарегистрированное в качестве индивидуального предпринимателя, в отличие от юридического лица, использует коммерческое обозначение. Охрана коммерческого обозначения не регламентирована российским законодательством, исключительное право на использование коммерческого обозначения возникает с фактического начала его использования. Права на коммерческое обозначение могут быть защищены в России в соответствии со ст. 8 Парижской конвенции по охране промышленной собственности.

Вместе с тем гражданин вправе заниматься предпринимательской деятельностью без образования юридического лица с момента государственной регистрации в качестве индивидуального предпринимателя.

При наличии в договоре коммерческой концессии положений о передаче прав на использование охраняемых объектов промышленной собственности (изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, товарных знаков) он под-

лежит обязательной регистрации в РОСПАТЕНТЕ. При несоблюдении этого требования договор считается ничтожным, т. е. не производит юридического действия, как в отношении сторон договора, так и в отношении третьих лиц.

Регистрация осуществляется в соответствии с Правилами рассмотрения и регистрации договоров о предоставлении права на использование изобретения, полезной модели, промышленного образца и Правилами регистрации договоров об уступке товарного знака и лицензионных договоров о предоставлении права на использование товарного знака.

Договор коммерческой концессии регламентирован как самостоятельный вид договора.

Хотя договорная деятельность пользователя близка к функциям традиционных дистрибьюторов – лицензионных агентов, дилеров, коммивояжеров, маклеров и других наемных лиц, действующих на основе договора комиссии или агентского, коммерческая концессия по своей правовой работе отличается от них.

Во-первых, по договору коммерческой концессии пользователь действует от своего имени и по собственному усмотрению. Во-вторых, за действия он несет ответственность собственным имуществом.

Кроме того, при договоре коммерческой концессии пользователь вознаграждает правообладателя, а не наоборот, как это имеет место при договоре комиссии или агентском.

Существует мнение, что договор коммерческой концессии является разновидностью лицензионных договоров. Данное мнение основано на том, что основным обязательством по нему является предоставление правообладателем пользователю исключительных прав на использование объектов интеллектуальной собственности.

У этих договоров действительно много общего. В соответствии со ст. 1234 ГК РФ по лицензионному договору патентообладатель (лицензиар) обязуется предоставить право на использование охраняемого объекта промышленной собственности в объеме, предусмотренным договором, другому лицу (лицензиату), а последний принимает на себя обязанность вносить лицензиару обусловленные договором платежи и осуществлять другие действия, предусмотренные договором».

Таким образом, речь идет о предоставлении права на использование охраняемых объектов промышленной собственности в том или ином объеме. Лицензиат, как и пользователь, по договору о коммерческой концессии выплачивает лицензиару обусловленные договором платежи за предоставленное право. Прибыль лицензиара также может зависеть от успеха деятельности лицензиата.

Стороны лицензионного договора могут находиться в тесных рабочих отношениях. Однако это не является обязательным условием, как должен предусматривать договор о коммерческой концессии.

Вместе с тем в отличие от лицензиата успех пользователя договора коммерческой концессии зависит от умения правообладателя создать прибыльную систему, обучать пользователя правилам надлежащей ее работы, совершенствования и развития, постоянного контроля пользователя и содействия ему в течение срока

договора коммерческой концессии. Отступить от этих обязанностей правообладатель не вправе.

Если предметом лицензионного договора являются исключительные права на охраняемые объекты промышленной собственности и их прекращение (окончание срока действия патента, досрочное прекращение его действия из-за неуплаты пошлины, аннулирования, утраты конфиденциальности информации, соответствующей ноу-хау) ведет к прекращению лицензионного договора, то прекращение исключительного права, пользование которым предоставлено по договору коммерческой концессии, не ведет к прекращению этого договора. Свое действие прекращают лишь положения, относящиеся к прекратившемуся праву, т. е. «лицензионная часть» договора коммерческой концессии.

8.2.3. Франшиза

В последнее время в странах с развитой экономикой значительно увеличилась продажа товаров и услуг на условиях франшизы. Эта разновидность договорно-обязательственных отношений, именуемая также «франчайзинг», рассматривается как новая, наиболее прогрессивная система организации бизнеса и этики деловых отношений.

По определению экспертов ВОИС, франшиза – это договор, по которому одно лицо (правообладатель), имеющее разработанную систему ведения определенной деятельности, разрешает другому лицу использовать эту систему согласно требованиям владельца франшизы в обмен на вознаграждение.

По договору франшизы правообладатель (франшизер) предоставляет пользователю (франшизанту) весь комплекс принадлежащих ему прав на интеллектуальную собственность (один или несколько товарных знаков, фирменное наименование, изобретения и промышленные образцы, ноу-хау, произведения, охраняемые авторским правом). При этом исключительные права одной стороной предоставляются другой стороне на льготной, привилегированной основе. Наряду с передачей права на интеллектуальную собственность, франшизер оказывает постоянную организационную техническую и коммерческую помощь, опекает франшизанта в полной риска сфере предпринимательства и рыночных отношений.

Зависимость франшизанта от исключительных прав франшизера и принятые им на себя обязательства придерживаться в своей деятельности стандартов и качества не ниже франшизера, позволяют последнему контролировать франшизинговую сеть так, как если бы она была его собственной фирменной дистрибьюторской сетью. Франшизант заинтересован в совместной деятельности не меньше. Ему не надо отвоевывать «место под солнцем» в ожесточенной борьбе с конкурентами. На отведенной «заповедной» территории он надежно защищен фирменным наименованием франшизера, его товарным знаком, пользуется его технологическими разработками, коммерческими приемами и опытом.

Главная особенность франшизы – включение пользователя в систему деловой активности правообладателя, право и обязанность пользователя действовать

под фирменным наименованием или коммерческим обозначением правообладателя, на его оборудовании и в соответствии с его инструкциями.

Основная сфера распространения франшизы – распределение товаров и услуг системы бензозаправочных станций, автомастерских, автошкол, пунктов проката, ремонтно-строительных предприятий, салонов моды и косметических услуг, аптек, центров профориентации и переподготовки рабочей силы, химчисток и прачечных, пунктов по оказанию компьютерных услуг, ремонту бытовой и электронной аппаратуры, гостиничного хозяйства и многое др.

8.3. Международная торговля лицензиями на объекты интеллектуальной собственности

Операции по продаже патентов и лицензий являются весьма специфичной формой коммерческих сделок. Они географически ограничены территориальным характером действия патента и поэтому, строго говоря, являются сделками только во внутреннем экономическом обороте страны патентования. Правда, с развитием зарубежного патентования сторонами такой сделки, касающейся сугубо локальных прав, могут выступать фирмы различных стран, и потому платежи за покупку-продажу патентов и лицензий на их базе попадают в международный платежный оборот, составляя одну из статей «невидимых операций» в платежном балансе. Но в этом случае речь идет не об «экспорте патентов», как у нас иногда говорят (патент как строго территориальное право не может «передвигаться» из страны в страну), а лишь о продаже зарубежных активов фирмы. Вместе с тем с достаточной степенью условности можно говорить об «экспорте лицензий», когда фирма выдает их на базе патентов, полученных за рубежом, ибо продажа лицензий обычно не ограничивается допуском к использованию прав патентовладельца и предполагает передачу «ноу-хау», то есть реальную пересылку документации, образцов, моделей, узлов, оборудования, командировки специалистов и т. д., а иногда и основывается исключительно на такой передаче. Вообще же в обоих случаях правильнее говорить об экспорте технологии или экспорте научно-технической мысли.

Необходимость торговли лицензиями диктуется особенностями самого прогресса техники, заключенного в рамки патентной системы. Как уже указывалось, подавляющее большинство изобретений возникают не на пустом месте, а имеют какой-то прототип. Даже отличаясь от него существенной новизной, изобретения все же содержат в себе наряду с новыми уже известные элементы техники, которые, в свою очередь, могут оказаться предметами ранее выданных и еще сохраняющих силу патентов. Поэтому вновь выданный патент оказывается связанным и не может быть использован без нарушения ранее выданного кому-то патента, а, следовательно, без приобретения лицензии на этот последний. В свою очередь, владелец старого патента бывает заинтересован в приобретении более передовой технологии, так что дело кончается обычно обменом лицензиями («перекрестной лицензией») между владельцами связанных патентов.

Далее, при современном уровне развития техники создание нового производства редко базируется на одном патенте, а гораздо чаще на совокупности, «блоке» патентов, которые могут принадлежать многим владельцам. Поэтому организовать выпуск нового товара бывает обычно невозможно до тех пор, пока какой-нибудь предприниматель не скупит весь «блок» патентов или лицензии на них. При этом в сфере международной торговли эта задача многократно усложняется, ибо в силу строго территориального характера патентного права он должен собрать такой «блок» в каждой стране, где намечаются коммерческие операции с данной новинкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт развития человечества показывает, что даже страны с развитой рыночной моделью экономики и свободного предпринимательства идут не только по пути поддержки частных инвесторов, но и прямого государственного финансирования инновационных проектов, реализуемых как мелкими фирмами, так и университетами. При этом инновационная деятельность декларируется «как объективно возникающий процесс, в котором главная роль принадлежит не деньгам, а трансформации знаний в пригодную для продажи технологию или продукцию». Целенаправленное финансирование было бы не столь эффективно без совершенствования системы поддержки и охраны интеллектуальной собственности, без надежного механизма реализации законов, особенно в части, позволяющей правообладателям отстаивать свои права против нарушителей, тем самым реализуя легальную возможность монополизировать свое дело в течение срока действия объекта интеллектуальной собственности. Есть две основные взаимосвязанные причины, по которым страны принимают законы, направленные на охрану интеллектуальной собственности. Одна из них – необходимость оформить законным образом моральные и экономические права авторов произведений интеллектуального творчества, а другая – стремление стимулировать в рамках спланированной правительственной политики творческую активность людей и распространение и применение ее результатов, а также поощрять честную торговлю. Все это способствует экономическому и социальному развитию.

В современных экономических и политических условиях развития России все большую роль играют процессы, происходящие в ключевой сфере – интеллектуальной. Как известно, эта сфера относится к главнейшему ресурсу государства – его научно-техническому потенциалу.

От того, насколько значителен интеллектуальный потенциал общества и уровень его культурного развития, зависит, в конечном счете, и успех решения стоящих перед ним экономических проблем. В свою очередь наука, культура и техника могут динамично развиваться только при наличии соответствующих условий, включая необходимую правовую защиту и оценку интеллектуальной собственности.

Принято считать, что «знание – сила». Следует добавить, что в современном мире знание это еще и богатство.

Интеллектуальная собственность занимает все более прочные позиции и становится фундаментом экономики, основанной на знаниях.

Фундаментальные изменения в экономике и социальной структуре общества, крупнейшие прорывы на ключевых направлениях научно-технического прогресса ведут к переосмыслению места и роли интеллектуальной собственности в развитии общества.

Глобальная информационно-коммуникационная система кардинально изменила условия для экономического обмена и взаимодействия, образования, науки, бизнеса, межличностного общения, устраняя пространственные, временные, социальные, языковые и иные барьеры, формируя единое информационное пространство. Именно эти тенденции по всей вероятности и будут определять развитие института интеллектуальной собственности в будущем, открывая новые возможности и предъявляя новые требования к творческому потенциалу, как отдельной личности, так и общества в целом.

ТЕРМИНЫ

Гражданское право – отрасль права, регулирующая имущественные и личные неимущественные отношения участников гражданского оборота: граждан между собой, граждан и организаций между собой.

Интеллект (лат. Intellectus – познание, понимание, рассудок) – способность мышления, рационального познания.

Концессия (коммерческая) – договор о передаче в эксплуатацию (пользование) на определенный срок объекта.

Лицензия – разрешение на использование изобретения или объекта.

Патент (лат. Patens (patentis) – открытый, явный) – свидетельство, выдаваемое правительством изобретателю на право исключительного пользования сделанным изобретением.

Право совокупность общеобязательных правил поведения (норм), установленных или санкционированных государством.

Приоритет (лат. Prior – первый, старший) – первенство по времени в осуществлении какой-либо деятельности; необходимое условие выдачи патента на изобретение.

Экспертиза – исследование специалистом вопросов, решение которых требует специальных знаний.

Юриспруденция (лат. jurus-prudentia – правоведение) – юридическая наука, правовая система.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белов В. В., Виталиев Г. В., Денисов Г. М.* Интеллектуальная собственность. Законодательство и практика его применения: учеб. пособие. М.: Юристъ, 1999. 288 с.

2. *Гражданский кодекс Российской Федерации*. М.: Издательство «ЭКСМО», 2011. 654 с.

3. *Григорьев А. Н.* Евразийское патентное законодательство в действии. Патенты и лицензии. 12-99, С. 28-29.

4. *Еременко В. И.* Европейское патентное законодательство. М., 1989.

5. *Земляков Д. Я., Макашев М. О.* Франчайзинг. Интегрированные формы организации бизнеса: учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2003. 142 с.

6. *Как защитить ИС в России.* Правовое и экономическое регулирование: справ, пособие. М.: Высшая школа, 1989. 237 с.

7. *Калятин В. О.* Интеллектуальная собственность (исключительные права). М.: Юрист, 2005.

8. *Макагонова Н. В.* Патентное право. М.: Юрист, 2004.

9. *Макагонова Н. В.* Авторское право: учеб. пособие / под ред. Э. П. Гаврилова. М.: Юридическая литература, 1999. 86 с.

10. *Сергеев А. П.* Право интеллектуальной собственности в Российской Федерации: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ТК Велби, 2004. 752 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Примеры изобретений (механизм поворота платформы экскаватора, устройство для транспортирования грузов)

МКИ[9] E02F9/12

МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА ПЛАТФОРМЫ ЭКСКАВАТОРА

Авторское свидетельство № 905394, опубл. 15.02.82. Бюл. № 6

Описание изобретения

Изобретение относится к элементам горных и строительно-дорожных машин, в частности к механизмам поворота экскаваторов, отвалообразователей и других машин.

Известно поворотное устройство, включающее опорную раму, поворотную платформу, горизонтальные верхний и нижний диски, между которыми расположены силовые гидроцилиндры, взаимодействующие с зубчатым венцом [1].

Однако в известном устройстве силовые цилиндры из-за жесткого крепления штоков подвержены действию изгибающих усилий, что вызывает увеличение размеров цилиндров.

Наиболее близким по техническому решению к предлагаемому изобретению является механизм поворота платформы экскаватора, включающий опорную раму с поворотной платформой, зубчатый венец, прикрепленный к платформе, и силовые цилиндры, штоки которых соединены шарнирно с кривошипами и имеют ролики, установленные с возможностью взаимодействия с зубчатым венцом [2].

Недостатками данного механизма являются сложность монтажа и низкая его ремонтопригодность, поскольку силовые цилиндры расположены внутри зубчатого венца и доступ к механизму ограничен, и большие габариты при расположении силовых цилиндров снаружи венца.

Цель изобретения – уменьшение габаритов и повышение ремонтопригодности механизма поворота платформы экскаватора.

Поставленная цель достигается тем, что зубья венца выполнены на его торцовой поверхности с расположением их продольных осей в горизонтальной плоскости, а силовые цилиндры расположены вертикально.

На рис. 1 изображен механизм поворота платформы экскаватора.

Гидравлический механизм поворота экскаватора включает опорную раму *1*, поворотную платформу *2*, установленные вертикально силовые цилиндры *3*, шарнирно закрепленные на опорной раме *7*, штоки *4* которых снабжены роликами *5* и соединены с кривошипами *6*, установленными на поворотной платформе *2*. Поворотная платформа *2* имеет зубчатый венец *7*, зубья *8* которого выполнены на его торцовой поверхности и их продольные оси *9* расположены в горизонтальной плоскости, причем ролики *5* установлены с возможностью взаимодействия с зубчатым венцом *7*.

Гидравлический механизм поворота экскаватора работает следующим образом.

При подаче рабочей жидкости в силовые цилиндры *3*, закрепленные на опорной раме *1*, происходит перемещение штоков *4*. Ролики *5* при этом упираются в поверхность зубьев *8* венца *7*. В результате возникает крутящий момент,

обеспечивающий заданный закон движения поворотной платформы *2*. При этом кривошипы *6* разгружают силовые цилиндры *3* от действия изгибающих нагрузок.

Данная конструкция гидравлического механизма поворота экскаватора обеспечивает повышение ремонтопригодности, уменьшает длительность и стоимость ремонтных работ на 10-15 % и снижает габариты механизма.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. *Кузнецов В. Н.* Гидравлический механизм поворота платформы экскаватора! Авторское свидетельство СССР № 218065, кл. Е 02 F 3/12, 1968.

2. *Закаменных Ю. Г., Комиссаров А. П., Кубачек В. Р., Филатов В. И.* Гидравлический механизм поворота платформы экскаватора: Авторское свидетельство СССР № 619603, кл. Е 02 F 9/12, 1978 (прототип).

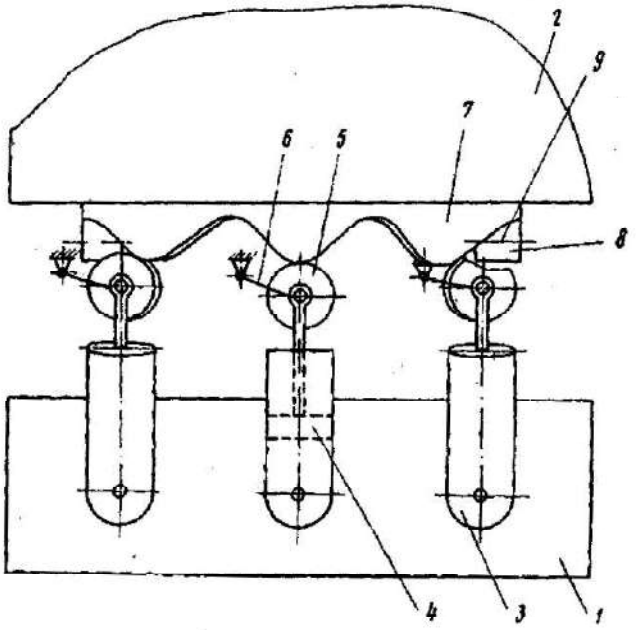


Рис. 1. Механизм поворота платформы экскаватора:
1 – опорная рама; *2* – поворотная платформа; *3* – силовой цилиндр; *4* – шток; *5* – ролик; *6* – кривошип; *7* – зубчатый венец; *8* – зубья; *9* – продольная ось

Формула изобретения

Механизм поворота платформы экскаватора, включающий опорную раму с поворотной платформой, зубчатый венец, прикрепленный к платформе, и силовые цилиндры, штоки которых шарнирно соединены с кривошипами и имеют ролики, установленные с возможностью взаимодействия с зубчатым венцом, отличающийся тем, что, с целью уменьшения габаритов и повышения ремонтопригодности, зубья венца выполнены на его торцовой поверхности с расположением их продольных осей в горизонтальной плоскости, а силовые цилиндры расположены вертикально.

МКИ[9] B66B9/06

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУЗОВ

Патент на изобретение № 2069637, опубл. 27.11.96. Бюл. № 33

Описание изобретения

Изобретение относится к горнотранспортному оборудованию, в частности, к транспортированию грузов в карьерах.

Известно устройство для транспортирования грузов, включающее две пары направляющих с установленными на них грузовыми платформами, содержащими эстакаду и ходовую тележку и связанными между собой эластичным элементом, тяговый элемент, выполненный с возможностью взаимодействия с приводными

барабанами, смонтированными на грузовых платформах, и закрепленный в верхней и нижней точках пути транспортирования, систему передачи энергии от транспортируемых на грузовых платформах автосамосвалов к приводным барабанам /1/.

Недостатком указанного технического решения являются большие затраты на подготовку трассы в борту карьера и использование в качестве энергетической установки двигателей автосамосвалов с дорогостоящим топливом.

Наиболее близким техническим решением является устройство для транспортирования грузов, включающее расположенные в двух параллельных плоскостях наклонные верхний и нижний пути с перемещающимися по ним тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, огибающим блок, установленный в конце верхнего пути, и привод, при этом каждая из тележек снабжена продольными направляющими и верхняя ее поверхность выполнена с наклоном относительно горизонта под углом 2-4°, а нижняя часть верхнего пути расположена ниже верхней части нижнего пути на высоту, равную разности высот передней и задней стенок тележки /2/.

Недостатком указанного технического решения также являются большие затраты на подготовку трассы для путей, связанные с выполаживанием борта карьера.

Целью изобретения является снижение затрат на подготовку трассы для путей в борту карьера.

Это достигается тем, что в устройстве для транспортирования грузов, включающем пути с перемещающимися по ним тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, трасса соответствует профилю борта карьера, пути содержат на каждой площадке уступа две вертикальные стенки с рельсами, расположенными по обе стороны от тележки, а тележка имеет дополнительные колеса, установленные с возможностью взаимодействия с рельсами вертикальных стенок.

Кроме того, для обеспечения натяжения тягового органа рельсы, установленные на площадке уступа, и параллельные им рельсы на вертикальной стенке имеют уклон в сторону выработанного пространства, величина которого больше значения коэффициента сопротивления движению тележки по рельсам.

На рис. 1 показано устройство для транспортирования грузов; вид А на рис. 1.

Устройство для транспортирования грузов включает пути, выполненные в виде рельсов *1*, закрепленных на откосах и на площадках уступов, и содержащие на каждой площадке уступа две вертикальные стенки *2* с рельсами *3*, тележки *4*, связанные между собой гибким тяговым органом *5*, и приводной барабан *6*, причем рельс *3* состоит из двух участков – пологого (параллельного площадке) и наклонного (параллельного откосу уступа), а тележка *4* содержит нижние *7*, верхние *8* колеса и дополнительные колеса *9*, установленные соосно с верхними колесами *8* с возможностью взаимодействия с рельсами *3*.

Кроме того, пологие участки рельсов *1* и *3* имеют уклон *i* в сторону выработанного пространства, определяемый по формуле

$$i > K = \frac{P}{G},$$

где K – коэффициент сопротивления движению тележки по рельсам; P – сопротивление движению тележки по горизонтальному пути; G – сила тяжести тележки.

Этому уклону соответствует угол α, показанный на рис. 2. Соблюдение условия $i > K$ обеспечивает необходимое натяжение каната.

Устройство для транспортирования грузов работает следующим образом. Установка автосамосвалов на тележки *4* осуществляется одновременно: на нижнюю тележку *4*, например, – порожний автосамосвал, на верхнюю – груженый. Затем при вращении приводного барабана *6* нижняя тележка *4* за счет тягового органа *5* перемещается по площадке уступа, верхняя тележка *4* двигается в сторону выработанного пространства под действием собственного веса. При этом нижние колеса *7* тележки *4* катятся по рельсам *1*, а дополнительные колеса *9* – по рельсам *3*, что обеспечивает горизонтальное положение платформы тележки *4*. Далее тележки *4* двигаются по откосам уступа: нижняя – вверх, а верхняя – вниз.

При перемещении тележки *4* по откосу на расстояние, равное расстоянию между осями нижних *7* и верхних *8* колес, дополнительные колеса *9* выходят из контакта с рельсом *3* и тележка *4* двигается по рельсу *1* колесами *7* и *8*.

Предлагаемое техническое решение позволяет до минимума сократить затраты на подготовку трассы, исключить горные работы, связанные с выпо- лаживанием борта карьера под трассу путей, обеспечивает спуск автосамосвалов в карьер по наикратчайшему пути, позволяет уменьшить эксплуатационные расходы на автосамосвалы, уменьшить объем вскрышных работ за счет уменьшения ширины проезжей части автодорог, увеличить производительность автосамосвалов и, в конечном счете, уменьшить себестоимость транспортирования на 10-15 %.

Источники информации:

1. Авторское свидетельство СССР № 603411, кл. B66B9/06, 1979.
2. Авторское свидетельство СССР № 1423486, кл. B66B9/06, 1988.

Формула изобретения

1. Устройство для транспортирования грузов, содержащее пути с установленными на них с возможностью перемещения тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, *отличающееся* тем, что пути по трассе соответствуют профилю уступа карьера, при этом пути включают в себя размещенные на каждой площадке уступа две вертикальные стенки с рельсами, расположенными параллельно путям по обе стороны от тележки, которая снабжена дополнительными колесами, установленными с возможностью взаимодействия с рельсами вертикальных стенок.

2. Устройство по п. 1, *отличающееся* тем, что рельсы, установленные на площадке уступа, и параллельные им рельсы на вертикальной стенке, имеют уклон в сторону выработанного пространства, величина которого больше коэффициента сопротивления движению тележки по рельсам.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А4				Пояснительная записка	1	
А1				Сборочный чертеж	1	
				Сборочные единицы		
		1		Двигатель механизма		
				подъема	1	
		2		Редуктор Ц2-500	1	
		3		Тормоз ТКП-300	1	
		4		Муфта зубчатая №2		
				ГОСТ 5006-55	1	
		5		Муфта зубчатая №2		
				ГОСТ 5006-55	1	
		6		Тормозной шкив		
				ГОСТ 249006-75	1	
		7		Барабан в сборе	1	
				Детали		
		4		Вал быстроходный	1	
		9		Вал тихоходный	1	

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Апфельцин Комиссаров		
Пров.				
Н.контр.				
Утв.				

Механизм подъема

Лит.	Лист	Листов
	1	2

УРФУ, гр. М58032КУку

Копировал

Формат А4

Приложение 2

Примеры полезных моделей (буровое долото, мельница)

МКИ[9] Е 21В 10/36

БУРОВОЕ ДОЛОТО

Патент на полезную модель № 88053, опубл. 27.10.09. Бюл. № 30

Описание полезной модели

Предложение относится к буровой технике, в частности к буровому породоразрушающему инструменту, и может быть использовано при проектировании буровой техники.

Известно буровое долото, содержащее головку с армировкой в виде цилиндрических твердосплавных вставок (штырей), и корпус с хвостовиком.

Наиболее близким аналогом к заявляемой полезной модели по совокупности признаков является буровое долото, содержащее головку с армировкой в виде призматических твердосплавных пластинок (лезвий), включающей опережающее центральное лезвие и основные элементы армировки из периферийных лезвий, и корпус с хвостовиком.

Недостатком известных буровых долот является ограниченная область применения, обусловленная их использованием для ударного бурения крепких и особо крепких пород.

Заявляемая полезная модель решает задачу расширения области применения бурового долота.

Для решения поставленной задачи заявляемая полезная модель содержит следующие существенные признаки, отличительные от наиболее близкого аналога: опережающее лезвие выполнено с размером по длине, равным диаметру долота, причем величина опережения лезвия по отношению к основным элементам армировки равна глубине внедрения лезвия.

В отличие от прототипа заявляемая полезная модель позволяет за счет выполнения опережающего лезвия с размером по длине, равным диаметру долота, причем величина опережения лезвия по отношению к основным элементам армировки равна глубине внедрения лезвия, обеспечить возможность разрушения как крепких и особо крепких пород при ударно-вращательном бурении ввиду образования передового вруба опережающим лезвием под действием ударной нагрузки и снижения сопротивляемости породы внедрению основных элементов армировки; так и пород средней крепости при вращательно-ударном бурении под действием вращательного момента с наложением ударной нагрузки малой энергии, а также пород низкой крепости при вращательном бурении посредством срезания слоя породы толщиной, равной глубине внедрения лезвия, и в результате расширить область применения бурового долота.

Сущность заявляемой полезной модели поясняется чертежом. На рис. 1 приведена схема бурового долота.

Буровое долото содержит головку *1*, армированную опережающим лезвием *2*, длина которого равна диаметру долота, и штырями *3*, причем величина опере-

жения лезвия *2* по отношению к штырям *3* равна глубине внедрения лезвия *2*, и корпус *4* с хвостовиком *5*.

Буровое долото действует следующим образом. При бурении в крепких и особо крепких породах опережающее лезвие *2* под действием ударной нагрузки внедряется в породу и создается передовой вруб, что снижает сопротивляемость породы внедрению штырей *3*. В результате обеспечивается возможность эффективного разрушения крепких и особо крепких пород. При бурении в породах средней крепости разрушение породы осуществляется в основном под действием вращательного момента с наложением ударной нагрузки малой энергии.

При бурении пород низкой крепости внедрение лезвия долота на глубину *h* осуществляется за счет осевой нагрузки, разрушение породы происходит под действием вращательного момента при срезании слоя породы толщиной, равной глубине внедрения лезвия *2*.

Источники информации:

1. *Подэрни Р. Ю.* Механическое оборудование карьеров. 6-е изд. перераб. и доп. М.: Изд. МГГУ, 2007. 680 е.: ил.

2. *Крапивин М. Г., Раков И. Я., Сысоев Н. И.* Горные инструменты. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1990. 256 е.: ил.

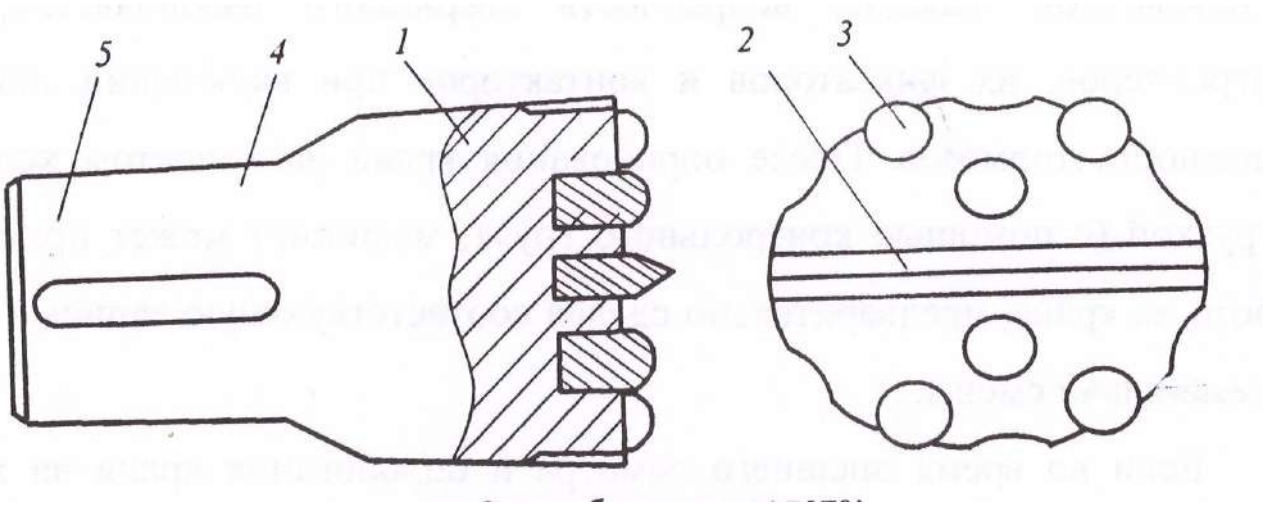


Рис. 1. Схема бурового долота:
1– головка; *2* – лезвие; *3* – штыри; *4* – корпус; *5* – хвостовик

Формула полезной модели

Буровое долото, включающее головку с армировкой, содержащей опережающее лезвие и основные элементы армировки, корпус с хвостовиком, отличающееся тем, что опережающее лезвие выполнено с размером по длине, равным диаметру долота.

Буровое долото по п. 1, *отличающееся* тем, что величина опережения лезвия по отношению к основным элементам армировки равна глубине внедрения лезвия.

Реферат

Буровое долото относится к буровой технике, в частности к буровому породоразрушающему инструменту, и может быть использовано при проектировании буровой техники.

Заявляемая полезная модель решает задачу расширения области применения бурового долота.

Буровое долото действует следующим образом. При бурении в крепких и особо крепких породах опережающее лезвие под действием ударной нагрузки внедряется в породу и создается передовой вруб, что снижает сопротивляемость породы внедрению штырей и обеспечивает возможность эффективного разрушения крепких и особо крепких пород. При бурении в породах средней крепости разрушение породы осуществляется в основном под действием вращательного момента с наложением ударной нагрузки малой энергии. При бурении пород низкой крепости внедрение долота осуществляется за счет осевой нагрузки, разрушение породы происходит под действием вращательного момента-при срезании слоя породы толщиной, равной глубине внедрения лезвия.

МКИ[9] B02C 17/10

МЕЛЬНИЦА
Свидетельство на полезную модель № 57638, опубл. 27.10.06

Описание полезной модели

Полезная модель относится к горному и строительно-дорожному машиностроению, а именно к мельницам я измельчительному оборудованию

Известна мельница, содержащая барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы и мелющие тела /1/.

Недостатком известной мельницы является низкая производительность, обусловленная малой энергией мелющих тел (шаров), определяемой габаритами мельницы, и низким КПД ввиду потерь энергии при соударении мелющих тел между собой.

Наиболее близким аналогом заявляемой полезной модели по совокупности признаков является мельница, содержащая барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы и мелющие тела, закрепленные на вмонтированных в барабан штангах, снабженных рабочими механизмами /2/.

Недостатками данной мельницы являются большая металлоемкость и малая надежность ввиду передачи на барабан и цапфы значительных рабочих нагрузок, возникающих в результате воздействия механизмов на штанги, мелющие тела и измельчаемую среду.

Цель полезной модели – снижение металлоемкости и повышение надежности мельницы.

Поставленная цель достигается тем, что в мельнице, содержащей барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы и мелющие тела, закрепленные на вмонтированных в барабан штангах, снабженных рабочими механизмами, мелющее тело состоит из двух оппозитно расположенных частей, каждая из которых закреплена на штанге.

На рис. 1 показана предлагаемая мельница, общий вид; на рис. 2 – то же, разрез.

Мельница включает приводную шестерню *1*, барабан *2*, загрузочную *3* и разгрузочную *4* цапфы, мелющие тела *5*, закрепленные на штангах *6*, вмонтированных в барабан *2* посредством направляющих *7* и уплотнений *8*, выполненных с возможностью возвратно-поступательного движения и снабженных приводом, включающим рабочие механизмы, например вибратор *9* и механизм *10* перемещения, причем мелющие тела *5* состоят из двух оппозитно расположенных частей, каждая из которых закреплена на штанге *6*.

Мельница работает следующим образом.

При вращении барабана *2*, приводимого в движение посредством приводной шестерни *1*, измельчаемый материал, подаваемый через загрузочную цапфу *3*, поднимается на определенную высоту, а затем перемещается вниз. При этом происходит истирание и частичное разрушение измельчаемого материала за счет соударения и трения между частицами.

Измельчение материала осуществляется в основном в результате воздействия вибратора *9* на штанги *6* и мелющие тела *5*. Срабатывание вибратора *9* происходит при прохождении штанги б через измельчаемый материал. Момент срабатывания может контролироваться, например, посредством конечных выключателей известной конструкции. Контакт между мелющими телами *5* и измельчаемым материалом при ударе достигается за счет поступательного переме-

щения штанги *6* под действием механизма перемещения *10*. Измельченный материал разгружается через разгрузочную цапфу *4*.

Такое выполнение мельницы позволяет снизить металлоемкость и повысить надежность мельницы в результате внутреннего замыкания рабочих нагрузок в пределах мелющего тела и исключения передачи нагрузок на барабан и цапфы.

Источники информации:

1. *Кармазин В. И.* и др. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых. М.: Недра, 1974. С. 76.

2. Авторское свидетельство № 946657 кл. В 02 С17/10, опубликовано 30.07.82, бюл. №28.

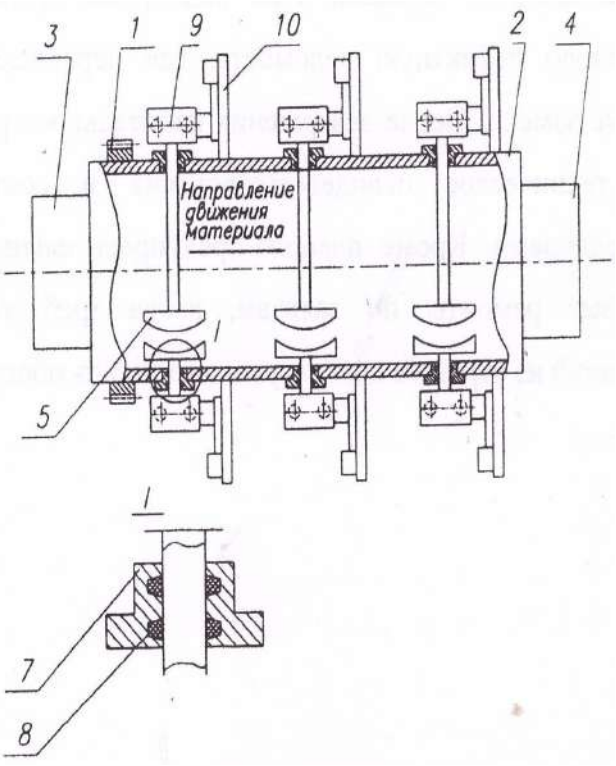


Рис. 1. Мельница:
1 – приводная шестерня; *2* – барабан; *3* – загрузочная цапфа; *4* – разгрузочная цапфа; *5* – мелющие тела; *6* – штанга; *7* – направляющие; *8* – уплотнения; *9* – вибратор; *10* – механизм перемещения

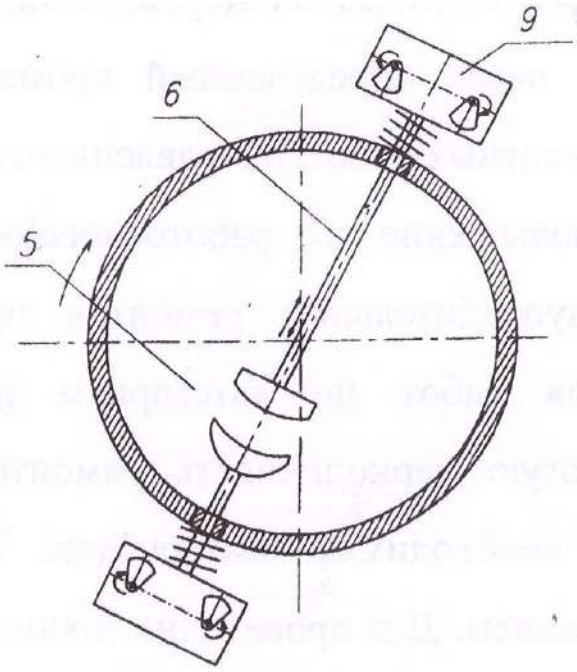


Рис. 2. Мельница в разрезе (вид сверху)

Формула полезной модели

Мельница, включающая барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы, мелющие тела, закрепленные на вмонтированных в барабан штангах, снабженных рабочими механизмами, отличающаяся тем, что мелющее тело состоит из двух оппозитно расположенных частей, закрепленных на штангах.

Реферат

Мельница относится к горному и строительно-дорожному машиностроению, а именно к мельницам и измельчительному оборудованию. Цель полезной модели – снижение металлоемкости и повышение надежности мельницы. Выполнение мельницы в виде барабана, привода, загрузочной и разгрузочной цапф, мелющих тел, состоящих из двух оппозитно расположенных частей, закрепленных на вмонтированных в барабан штангах, снабженных рабочими механизмами, позволит снизить металлоемкость и повысить надежность мельницы за счет внутреннего замыкания рабочих нагрузок в пределах мелющего тела.

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какими личными правами обладает автор произведения? Укажите неправильный ответ.	1) право авторства 2) право на авторское имя 3) право на обнародование произведения 4) право на защиту 5) право на защиту репутации автора
2	Какие способы защиты прав авторов Вы знаете? Укажите неправильный ответ.	1) признание авторских прав 2) возмещение убытков 3) уголовная ответственность 4) защита тиража произведений 5) принуждение к исполнению обязанности в натуре
3	Что включает понятие "интеллектуальная собственность? Укажите неправильный ответ.	1) литературную собственность 2) художественную собственность 3) промышленную собственность 4) научные идеи 5) законодательство о средствах индивидуализации юридического лица
4	Что включает понятие "промышленная собственность"?	1) средства производства 2) собственость предприятия 3) исключительные права, реализуемые в сферах производства, торгового обращения и т.п.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4) фонд развития предприятия 5) производительные силы |
5	1 13 1 Укажите, что из перечисленного не является способом защиты интеллектуальной собственности?	1) признание авторских прав 2) уголовная ответственность 3) принуждение к исполнению обязанности в натуре 4) охрана автора 5) требование о взыскании неустойки
6	Что такое произведение науки?	1) произведение, содержание которого состоит в выработке и систематизации объективных знаний о действительности 2) диссертация на соискание ученой степени 3) дипломная работа студента 4) ' научная статья 5) научная теория
7	Может ли произведение при наличии ошибок пользоваться правовой охраной?	1) может 2) не может 3) может в случае исправления ошибок 4) может при разрешении редакции 5) не может без разрешения редакции
8	Какими личными правами обладает автор произведения? Укажите неправильный ответ.	1) право авторства 2) право на авторское имя 3) право на обнародование произведения 4) право на защиту

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		5) право на защиту репутации автора
9	Какие способы защиты прав авторов Вы знаете? Укажите неправильный ответ.	1) признание авторских прав 2) возмещение убытков 3) уголовная ответственность 4) защита тиража произведений 5) принуждение к исполнению обязанности в натуре
9	Что в приведенном перечне является способом защиты интеллектуальной собственности? Укажите неправильный ответ.	1) требование о признании права авторства 2) требование о восстановлении нарушенного права автора 3) уголовная ответственность 4) товарищеский суд 5) прекращение правоотношения
10	Что такое полезная модель?	1) новое и промышленно применимое решение, относящееся к конструктивному выполнению средств производства и предметов потребления, а также их составных частей 2) новое техническое решение 3) полезное вещество 4) новый архитектурный проект, относящийся к конструктивному выполнению средств производства и предметов потребления 5) художественно-конструкторское решение изделия, оп-

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		ределяющее его внешний вид

Вариант 2

1. Объектами_____являются технические решения в любой области, относящиеся к продукту (устройство, вещество, штамм микроорганизма, культуры клеток растений и животных); к способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств).

1. изобретений,
2. товарных знаков,
3. промышленных образцов,
4. полезных моделей.

2. Заявка на изобретение должна содержать: заявление о выдаче патента;_____изображения; формулу изобретения; чертежи; реферат и квитанцию об уплате пошлин.

1. динамику,
2. описание,
3. статику,
4. макет.

3. Препятствует ли авторское право переводчиков и авторов других производных произведений иным лицам осуществлять свои переводы и переработки тех же произведений?

1. Нет.
2. Да.
3. Нет, если есть согласие автора.

4. Основными нормативными актами, регулирующими отношения в сфере авторского права, являются законы РФ:

1. ГК РФ.
2. Закон «Об авторском и смежных правах».
3. Закон «О промышленных образцах».
4. Закон «О правовой охране программ для ЭВМ ...».

5. Право использовать произведение под своим именем, вымышленным именем (псевдонимом) или анонимно, называют:

1. право на отзыв;
2. право на защиту репутации;
3. право на обнародование;
4. право на имя.

6. Под_____понимают объективную форму представления и организации совокупности данных (например, статей, расчетов, патентов), систематизированных таким образом, чтобы могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ.

1. алгоритмом данных,
2. списком,
3. программой,
4. базой данной.

7. Для оповещения о своих правах может использоваться_____, помещаемый(-ая)(-ое) на эк- земпляре или футляре фонограммы и состоящий(-ая)(-ое) из: латинской буквы «С» в окружности; наименования обладателя исключительных смежных прав; года первого опуб-

ликования фоно- граммы.

1. год опубликования фонограммы;
2. наименование обладателя;
3. знак охраны;
4. латинская буква «С».

8. С момента опубликования сведений о заявке по письменному ходатайству заявителя или треть- их лиц проводится:

1. информационно-поисковая экспертиза;
2. формальная экспертиза;
3. предварительная экспертиза;
4. экспертиза заявки по существу.

9. Действие патента ограничено определенными временными рамками, а именно:

1. 5 годами;
2. 15 годами;
3. 10 годами;
4. сроками действия патента.

10. Лицензия, по которой лицензиар (патентообладатель) после заключения договора не вправе передавать права в том же объеме третьим лицам, называется:

1. неисключительной,
2. исключительной,
3. принудительной,
4. открытой.

Критерии оценивания: правильность ответа
Правила оценивания тестового задания:
Правильный ответ – 1 балл.
Неправильный ответ, ответ с ошибкой – 0 баллов
Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 9-10 баллов (90-100% правильных ответов)

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 7-8 баллов (70-89% правильных ответов)

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 5-6 баллов (50-69% правильных ответов)

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-4 баллов (0-49% правильных ответов)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

Б1.В.ДВ.02.02 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация

Горные машины и оборудование

форма обучения: очная, заочная

Автор: Автор: Потапов В.Я., профессор, д.т.н.

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..4
Содержание контрольной работы…….....5
Пример выполнения работы.....5
Выполнение работы над ошибками……...…7
Критерии оценивания контрольной работы …….7
Образец титульного листа …….….8

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: дать представление об основных методах и подходах для проведения эксперимента и моделирования случайных процессов и динамических систем горных машин, о теоремах и критериях подобия, научить решать широкий класс задач, подготовить понятийную базу для освоения различных курсов по специальности, сформировать общекультурные общепрофессиональные и профессионально специализированные навыки

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

Профессиональные

- Способность разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документа промышленной безопасности (ПК-1.5)

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- овладеть теоретическими и методическими основами проведения экспериментальных исследований;
- приобретение знаний по основам статистической обработки результатов экспериментальных исследований и оценки их достоверности.
- формирование у обучающихся способностей непосредственного участия в технологическом перевооружении действующих производств
- разработка и реализация мероприятий по совершенствованию и повышению технического уровня горного производства, обеспечению конкурентоспособности организации в современных экономических условиях;
- выбор способов и средств мониторинга технического состояния горных машин и оборудования для их эффективной эксплуатации

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности *21.05.04 Горное дело.*

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.В. Д В.02.01 Математическая обработка результатов эксперимента. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

-основные теоремы подобия процессов;

-законы распределения случайных величин;

-статистические проверки гипотез;

-основы теории планирования эксперимента и математические модели;

-основы имитационного моделирования.

уметь:

-находить критерии подобия процессов горных машин;

-моделировать на ПЭВМ случайные события;

-находить коэффициенты регрессии математических моделей.

владеть:

-измерениями механических величин, характеризующих рабочие процессы горных машин;

-моделированием рабочих процессов основных горных машин;

-основными программами ПЭВМ, описывающими рабочие процессы горных машин.

-навыками самостоятельного овладения новыми знаниями, используя современные образовательные технологии, активные и интерактивные методы обучения

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в печатном виде, На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине Математическая обработка результатов эксперимента представлено двадцать пять вариантов контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке (см. таблицу №1).

Таблица №1

№	y_i	-10	-5	-4	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	9	10	20
1			0,41	0,87	1,84	3,04	5,03	8,25	10,4							
2			0,24	0,48	1,98	3,96	8,02	16,2	32,5							
3						6,03	9,01	13,4	20,1	30.0	44,5	66,5				
4					0,27	0,9	2,99	10	33	109	360					
5				0,03	0,42	1,73	7,02	28,4	115	469						
6				164	18	6,01	1,99	0,66	0,22	0,07						
7				146	24,1	9,85	4,03	1,63	0,66	0,27						
8			312	147	27,1	13,4	5,98	2,69	1,34							
9				88	26,6	14,5	8,03	4,41	2,41	1,33	0,73					
10		240	65,3	39,8	21,8	16,2	12	8,88								
11				0,59	1,29	2,01	3,03	4,5	6,75	10,2						
12				0,25	1,01	2,01	3,99	8,01	16	31,9						
13				0,13	0,96	1,99	5	12,5	31,2	77,1						
14				0,26	0,78	2,33	6,99	21,01	63	189						
15				0,04	0,49	1,72	6,09	21,5	73,5	252						
16				71,5	28,2	17,6	10,9	6,87	4,3	2,68						
17				105	32,4	18,1	9,99	5,55	3,08	1,73						
18					43,5	19,8	9,01	4,1	1,66	0,84	0,38					
19					46	19,2	7,98	3,34	1,39	0,57	0,24					
20					81,2	31,2	11,9	4,23	1,77	0,68	0,26					
21								-11,1	0,99	5	7,01	8,21	9	10,3	11	11,8
22								42	70,1	98	126	154	162			
23								-14,9	0,01	5,01	7,5	9,02	10			
24								-19,9	2,01	4,01	7	8,81	10			
25								-23	-3	3,71	7,01	9,01	10			

Содержание контрольной работы

Контрольная работа по теме № 3

Парная нелинейная регрессия

Задание : По данным построить зависимость y=f(x), определить наиболее подходящий вид кривой и определить коэффициенты модели.

Определить вид зависимости и коэффициенты нелинейной регрессии, а также корреляционное отношение по данным, приведенным ниже в таблице (в каждой точке было произведено по три опыта и получено три различных значения целевой функции «y»).

Таблица.1

xi	yi1	yi2	yi3
1	1,98	2,0	2,02
1,5	8,33	8,27	8,3
2	22,75	22,8	22,85
2,5	50,2	49,8	50,0

Решение:

1. Определим средние значения целевой функции $\overline{y}_i$ в каждой строке и построим ориентировочно линию регрессии $y = f(x)$

$$\overline{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3} = (1{,}98 + 2{,}0 + 2{,}02/3) = 2{,}0$$
$$\overline{y}_2 = (8{,}31 + 8{,}29 + 8{,}3/3) = 8{,}3 \quad (1)$$
$$\overline{y}_3 = (22{,}79 + 22{,}8 + 22{,}81/3) = 22{,}8$$
$$\overline{y}_4 = (50{,}2 + 49{,}8 + 50{,}0/3) = 50{,}0$$

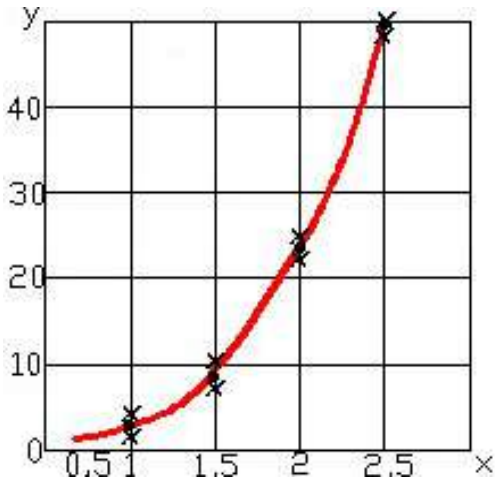


Рис. 1. Корреляционное поле и линия регрессии

В первом приближении линию регрессии можно описать степенным уравнением вида

$$y = A \cdot X^{B} \tag{2}$$

Сравнивая средние значения целевой функции в строках видно, что показатель степени B в уравнении (2) больше 3, но меньше 4, так как при увеличении x1=1 до x3=2, ($y = A \cdot X^{B}$) возрастает больше чем в 8 раз, но меньше чем в 16 раз.

2. Произведем линеаризацию уравнения (2) в виде $y = a_0 + a_1 \cdot x$, для чего прологарифмируем его и обозначим

$$\lg y = \lg A + B \lg x$$
$$\lg y = Z;\ \lg A = a_0;\ B = a_1;\ \lg x = x_1 \tag{3}$$

Таким образом, получим линейное уравнение вида

$$Z = a_0 + a_1 \cdot x_1 \tag{4}$$

Для вычислений коэффициентов регрессии целесообразно составить новую таблицу 2:

№	Xi	y			$\bar{y}_i$	Xi1	Zi	$Z_i \cdot X_{i1}^2$	X_{i1}^2	$\hat{y}_i$	$\sum_1^3 \left(\frac{y_i + \bar{y}_i}{3}\right)^2$	$\left(\bar{y}_i + \hat{y}_i\right)$
		yi1	yi2	yi3								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1,98	2,0	2,02	2,0	0	0,3	0	0	2,0	0,00026	0
2	1,5	8,33	8,27	8,3	8,3	0,177	0,92	0,163	0,031	8,32	0,0006	0,0004
3	2	22,75	22,8	22,85	22,8	0,3	1,357	0,406	0,09	22,9	0,00166	0,0100
4	2,5	50,2	49,8	50,0	50,0	0,4	1,70	0,680	0,16	49,9	0,01333	0,0100
Σ						0,877	4,277	1,249	0,281		0,01585	0,0204

3. Запишем систему уравнений

$$\begin{cases} \sum_1^4 Z_i = N \cdot a_0 + a_1 \sum_1^4 X_{i1} \\ \sum_1^4 Z \cdot X_{i1} = a_0 \sum_1^4 X_1 + a_1 \sum_1^4 X_{i1}^2 \end{cases} \Rightarrow \quad \begin{cases} 4{,}28 = 4a_0 + 0{,}877 a_1 \\ 1{,}25 = 0{,}877 a_0 + 0{,}281 a_1 \end{cases} \tag{5}$$

Решая систему уравнений (5) получим: $a_1 = 3{,}51;\ a_0 = 0{,}3$.
Определим значения неизвестных в уравнении (3) B = 3,51;

$$a_0 = \ln A \Rightarrow A = 2$$

Таким образом регрессионное уравнение (1) имеет вид:

$$y = 2 \cdot X^{3{,}51} \tag{6}$$

В первом приближении, линию регрессии можно описать уравнением вида значения «$\hat{y}$» и заносим их в 11-й столбец таблицы 2.

4. Определим дисперсию результатов эксперимента ($\sigma_Э^2$) и дисперсию адекватности (σ_A^2):

$$\sigma_Э^2 = \sum_{i=1}^{4}\left[\frac{1}{n_i}\sum_{j=1}^{4}\left(y_{ij} - \overline{y}_i\right)^2\right] = 158{,}5 \cdot 10^{-4}$$
$$\sigma_A^2 = \frac{1}{k}\sum_{1}^{4}\left(\overline{y}_i - \hat{y}\right)^2 = \frac{0{,}0204}{4} = 51 \cdot 10^{-4} \quad (7)$$

4. Находим корреляционное отношение

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_\sigma^2 - \sigma_A^2}{\sigma_\sigma^2}} = \sqrt{\frac{158{,}5 \cdot 10^{-4} - 51 \cdot 10^{-4}}{158{,}5 \cdot 10^{-4}}} \approx 0{,}825 \quad (8)$$

Вывод: Между целевой функцией «х» и входным параметром «у» имеется существенная связь.

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Критерии оценки контрольной работы	*Количество Баллов*
Правильность выбора расчетных формул	0-5
Верность выполнения расчетов	0-5
Правильность записи единиц измерения	0-10
Итого	0-20

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

18-20 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

14-17 балла (70-89%) -оценка «хорошо»

10-13 балла (50-69%)- оценка «удовлетворительно»

0-9 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Образец оформления титульного листа



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра горной механики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Специальность

21.05.04 Горное дело

Горные машины и оборудование

формы обучения: очная, заочная

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа ГМО-20

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к. т. н, доцент

Екатеринбург

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Потапов В. Я.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ……..…….5

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…6

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ…… 10

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ
…….....11

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……...……..13

ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ……...13

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..14

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний,которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию устудентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знании должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практическихзанятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа - лекционные, практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в деловых играх и дискуссиях, выполнение письменных домашних заданий, Контрольных работ (рефератов и т.п.) и курсовых работ (проектов), докладов и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процессаобучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Математическая обработка результатов эксперимента*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и сдаче *зачета(экзамена)*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладетьфундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельностипо профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, инаправлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Математическая обработка результатов эксперимента*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания;
- подготовка к тестированию;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету(экзамену).

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема1Основные виды экспериментальных исследований

1. Что является целью качественного эксперимента?
2. Цель масштабного, аналогово, полунатурного и математического моделирований
3. Что такое случайная величина?
4. Что такое случайная величина?
5. Запишите дифференциальную функцию распределения, т.е. плотность вероятности $f(x)$ равномерно распределенной величины?
6. Запишите дифференциальную функцию распределения, т.е. плотность вероятности $f(x)$ нормально распределенной величины?
7 Запишите дифференциальную функцию распределения, т.е. плотность вероятности $f(x)$ экспоненциально распределенной величины?
8. Вид интегральной функции распределенной величины по закону Вейбулла?
9. Вид интегральной функции распределенной величины по закону Рэлея?
10. По какому критерию производится проверка соответствие полученного на ПВЭМ распределения теоретическому?

Тема 2 Основы теории подобия

1. Перечислите основные величины используемые в теории подобия?
2. Запишите размерность скорости через размерности основных величин?
3. Перечислите виды подобия?
4. Сформулируйте **перваю теорему подобия** (теорема Ньютона или Ньютона—Бертрана).
5. Сформулируйте ***вораю теорема подобия-*** Букингема.
6. Сформулируйте ***третья теорема подобия*** именуется также обратной теоремой подобия или теоремой Кирпичева — Гухмана.
7. Поясните основные задачи теории подобия?
8. Виды математического подобия.
9. Запишите критерий Фруда через подобие при движении тела в жидкости?

10. Основные уравнения подобие вентилятора?

Тема 3 Регрессионный анализ

1. По какой формуле находится математическое ожидание x случайной величины ?
2. Какая формулы позволяет найти дисперсия D случайной величины?
3.Что такое корреляция, парная корреляция?
4. Какими показателями производится оценка тесноты связи между двумя случайными величинами?
5.Расскажите, какие существуют виды корреляционных зависимостей между случайными величинами?
6.Что такое корреляционное отношение и его свойства?
7. Назовите условия использования множественной корреляции?
8.Какой геометрический смысл у коэффициентов линейной функции $\overline{y_i} = a_0 + a_1 x_1$?
9.Расскажите , как определяются коэффициенты нелинейной модели методом наименьших квадратов $\overline{y_i} = a_0 + a_1 x_i + a_{11} x_i^2$?
10. Расскажите , как определяются коэффициенты линейной модели методом наименьших квадратов $\overline{y_i} = a_0 + a_1 x_1$?

Тема 4 Основы теории планирования эксперимента

1. Расскажите , на чем основаны методы планирования экспериментов ?
2.Что позволяет оценивать полный факторный эксперимент (ПФЭ)?
3.Как формируются интервала варьирования для упрощения записи условий эксперимента и обработки экспериментальных данных в ПФЭ?
4. Составьте матрицу ПФЭ 2^2 ?
5. Составьте матрицу ПФЭ 2^3 ?
6.Расскажите о свойствах матрицы ПФЭ?
7. Какой вид имеет матрица центрально-композиционного планирования?
8. Какие критерии используются для оценки математических моделей?
9.По какому критерию проверяется адекватность математических моделей?
10. Что проверяется по критерию Кохрена?

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики– это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов,

терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую

очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности,

повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Следовательно, работа на практическом занятии направлена не только на познание студентом конкретных явлений внешнего мира, но и на изменение самого себя. Второй результат очень важен, поскольку он обеспечивает формирование таких общекультурных компетенций, как способность к самоорганизации и самообразованию, способность использовать методы сбора, обработки и интерпретации комплексной информации для решения организационно-управленческих задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности студента. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных

источников, с которыми предстоит учебная работа. В ходе самого практического занятия обучающиесявыполняют задания и делают выводы по выполненному практическому заданию.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;

- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание,повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способарешения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколькотестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова системаоценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); наотдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующиеправильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решениизадания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механическихошибок.

ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа – это письменная работа, выполняемая студентами самостоятельно, преимущественно по общим математическим и естественно-научным, а также специальным дисциплинам, в которой, как правило, решаются конкретные задачи.

Цель контрольной работы – оценка качества усвоения студентами отдельных, наиболее важных разделов, тем и проблем изучаемой дисциплины, умения решать конкретные теоретические и практические задачи.

Контрольная работа, как правило, имеет аналитическую или описательную части, может решать проблемные ситуации путем проведения численного моделирования или расчетов, в том числе с использованием ПК. По типу они могут иметь характер задач, расчётов, алгоритмов, программ и т.п.

Контрольные работы выполняются студентами самостоятельно в соответствие с учебным планом.

Структура контрольной работы зависит от специфики изучаемой дисциплины. В общем виде контрольная работа должна содержать: титульный лист, введение, основную часть и заключение.

Во введении приводится формулировка контрольного задания, кратко излагается цель контрольной работы, место и роль рассматриваемого вопроса (проблемы) в изучаемой учебной дисциплине.

Основная часть контрольной работы должна, как правило, содержать основные определения, обоснования и доказательства, описание методики расчёта (формулы), а также иметь ссылки на используемые источники информации. Материал работы и ее отдельные положения должны быть взаимосвязаны. Основная часть может также включать анализ теории вопроса по теме контрольной работы. Здесь же приводятся исходные данные и значения параметров в соответствии с заданием на контрольную работу. После этого излагается ход рассуждений, описывается последовательность расчётов, приводятся промежуточные доказательства и результаты решения всей поставленной задачи.

В заключении формулируются краткие выводы по выполненной контрольной работе, а в её конце приводится список использованных источников информации.

Контрольные работы обучающихся выполняются согласно учебному графику и сдаются преподавателю за месяц до защиты контрольной работы. Преподаватель делает отметку о приеме работы в графике сдачи контрольных работ.

Ведущий преподаватель после проверки на титульном листе ставит оценку («зачтено» или «не зачтено») и подписывается. Выявленные в ходе проверки преподавателем замечания фиксируются на полях работы. Контрольные работы, выполненные с нарушением установленных требований, а также их ксерокопии к рассмотрению не принимаются.

Типичными ошибками, допускаемыми обучающихся при подготовке контрольной работы, являются:

– содержание работы не соответствует цели и поставленным задачам контрольной работы;

– нарушение требований к оформлению контрольной работы;

– использование информации без ссылок на источник;

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету(экзамену)*по дисциплине *«Математическая обработка результатов эксперимента»*обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины*«Математическая обработка результатов эксперимента»*.

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете(экзамене)*особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете(экзамене)*(в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету(экзамену)* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.В.ДВ.03.01 ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГОРНЫХ МАШИН

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки

Горные машины и оборудование

Форма обучения: ***очная, заочная***
Год набора: ***2023***

Автор: Шестаков В.С., канд. техн. наук, профессор

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лагунова Ю. А.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 31.08.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

ЛИТЕРАТУРА 9

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании технических объектов решаются задачи поиска оптимальных решений. Выпускники университета должны уметь применять ЭВМ при проведении оптимизации.

Цель самостоятельной работы: проверка приобретенных студентами навыков оптимизации и поиска оптимальных значений параметров объектов и технологических процессов нефтегазовой отрасли.

Самостоятельная работа соответствуют следующим компетенциям Государственного стандарта:

Профессиональные:

Способен работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования горных машин и оборудования, реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня техники, обеспечению конкурентоспособности горных машин и оборудования в современных экономических условиях (ПК-1.6);

Результат изучения дисциплины: «Оптимизация параметров горных машин»

Знать:

- возможности программных продуктов для проведения оптимизации;

- методы оптимизации параметров горных машин-

Уметь:

применять программные продукты для проведения оптимизации;

- использовать методы оптимизации параметров горных машин

Владеть:

- навыками применения программных продуктов для проведения оптимизации;

- приемами использования методов оптимизации параметров горных машин

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

При выполнении самостоятельной работы необходимо изучить примеры, рассмотренные в лекциях, а также в пособии [1].

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Отчет по самостоятельной работе должна включать следующие этапы:

1. Постановка задачи оптимизации.
2. Анализ задачи.
3. Выбор критерия оптимальности.
4. Выбор переменных проектирования и оптимизации.

5. Выбор ограничений.
6. Составление целевой функции.
7. Выбор метода оптимизации.
8. Составление алгоритма решения для ЭВМ.
9. Составление программы для ЭВМ и проведение оптимизации.

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Определить оптимальное сечение каната при аварийном срыве с захватов бурового става. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. Исходные данные: C – жесткость каната, m_c – масса бурового става, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки

2. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины снизу вверх. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого не меняется в процессе движения и равно Po, а усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=K_v \cdot V^2$, где K_v - коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L_1, переключается подача сжатого воздуха в другую камеру, под действием которого происходит торможение ударника.

3. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины сверху вниз. Поршень перемещается сжатым воздухом, давление которого не меняется в процессе движения и равно P_o, а усилие сопротивления определяется по выражению $F_c=C_v \cdot V^2$, где C_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L_1, перекрывается выхлопное окно и оставшаяся часть воздуха в нижней части камеры начинает тормозить ударник. Усилие торможения может быть определено по выражению $F_т=C_т * X$, где $C_т$ —коэффициент пропорциональности, X —ход ударника после перекрытия отверстия.

4. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в нижнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Po. Усилие сопротивления в процессе движения определяется по выражению $Fc=C_v \cdot V^2$, где C_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника.
   После прохождения расстояния L_1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), а после прохождения расстояния L_2, перекрывается выхлопное окно и в верхнюю часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Po, под действием которого и происходит торможение ударника.

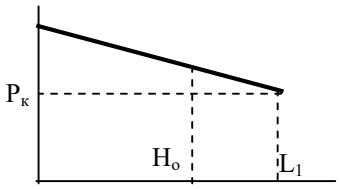
5. Определить оптимальное сечение каната при аварийном срыве с захватов бурового става. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен.

При движении бурового става усилие сопротивления $Fc=kV^2$, где v-скорость. Исходные данные: С – жесткость каната, m_c – масса бурового става, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки, k - коэффициент для расчета усилия сопротивления

6. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины снизу вверх. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в верхнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления определяется по выражению Fc=Kv·V2, где Kv – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), а после прохождения расстояния L2, перекрывается выхлопное окно и в нижнюю часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Ро, под действием которого и происходит торможение ударника.

7. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение горизонтальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в левую часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. После прохождения расстояния L_1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), после прохождения расстояния L_2, перекрывается выхлопное окно и в правую часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Ро, под действием которого и происходит торможение поршня. Усилие сопротивления определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника.

8. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого равномерно меняется в процессе движения от P_o до $P_к$ на расстоянии L_1. Усилие сопротивления, действующее на поршень определяется по выражению Fc=C ·V, где С —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения ударника, м/с.



Определить время перемещения поршня на расстояние H_o.
Исходные данные:
P_o, $P_к$- давление сжатого воздуха вначале движения, и на расстоянии L_1, Па; М — масса поршня, кг; D —диаметр поршня, м
С —коэффициент пропорциональности

9. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой М, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемеще-

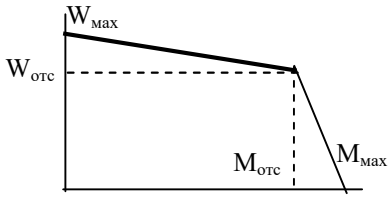
ния, м/с.

При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $Fc = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу,

10. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой M, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда меняется по закону $Fc=aV^2$, где a - коэффициент пропорциональности, V —текущее значение скорости в процессе падения снаряда. При внедрении снаряда в породу, на него начинает действовать усилие сопротивления, изменяющееся по закону $Fc = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

11. Определить оптимальное сечение каната при срыве с уступа ковша драглайна. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. Исходные данные: C – общая жесткость каната стрелы драглайна, m_c – масса ковша, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки

12. Для проведения оптимизации по производительности определить время цикла лебедки при подъеме груза на высоту H_o

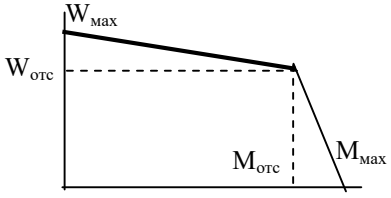


и опускании крюка на глубину H_o.

Исходные данные: M, $M_к$ —масса груза и крюка, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора, $T_п$ – время погрузки, с.
$R_б$ —радиус барабана, м; $M_{мах}$ —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм;
$M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;
$W_{мах}$ —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; $W_{отс}$ –скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент $M_{мах}$.

13. Для проведения оптимизации по производительности определить время опускания груза лебедкой на глубину Но.

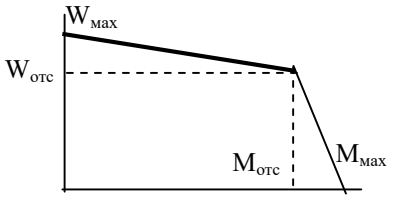


Исходные данные: M —масса груза, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора,
$R_б$ —радиус барабана, м; $M_{мах}$ —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм;
$M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;
$W_{мах}$ —максимальная скорость вала двигателя, рад/с;
$W_{отс}$ —скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент $M_{мах}$.

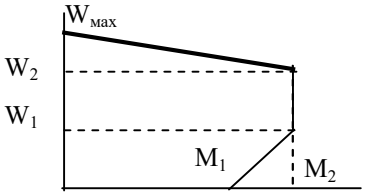
14. Определить время подъема груза лебедкой на высоту Но.

Исходные данные: M —масса груза, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
i —передаточное число редуктора, Rб —радиус барабана, м;
Ммах —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; Мотс —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;
Wмах —максимальная скорость вала двигателя, рад/с;
Wотс —скорость “отсечки” вала двигателя, рад/с;



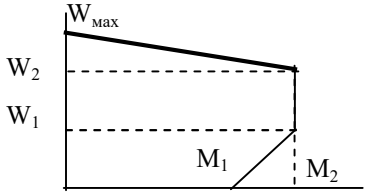
При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент Ммах .

15. Определить время опускания груза лебедкой на глубину Lo.
Исходные данные: M —масса груза, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора, $R_б$ —радиус барабана, м;
M_1,M_2 —моменты на валу двигателя привода при скорости, Нм;
W_1, W_2 – скорости участков статической характеристики.



При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент M_2

16. Определить время подъема груза лебедкой на высоту H_o.
Исходные данные: M —масса груза, кг; q-масса 1 м. каната.
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора, $R_б$ —радиус барабана, м;
M_1,M_2 —моменты на валу двигателя привода
W_1, W_2,- скорости участков статической характеристики рад/с;
Учесть уменьшение длины каната при подъеме.



При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент.

17. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара при холостом ходе ударника. Бурение горизонтальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого равномерно меняется по закону $P=P_o-к\cdot X$, где P_o - давление в начале движения, к - коэффициент пропорциональности, X —перемещение поршня с начала движения. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=9.81\cdot f\cdot M+a\cdot V$, где M - масса поршня, f - коэффициент трения,
a – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения поршня. После прохождения расстояния L_1, перекрывается выхлопное окно, в камеру подается сжатый воздух под давлением P_o, под действием этого давления и усилия сопротивления и происходит торможение.

18. Определить глубину внедрения коронки в породу при рабочем ходе поршня ударника при бурении вниз и время перемещения ударника при рабочем ходе. Поршень перемещается сжатым воздухом, давление которого постоянно и равно Po. Усилие сопротивления от сил трения определяется по выражению $Fc=Fco+a\cdot V$, где Fco – сопротивление, не зависящее от скорости, a - коэффициент пропорциональности, V -скорость перемещения поршня.
После перемещения на расстояние L1, происходит удар по коронке. За счет сопротивления породы происходит торможение поршня. Усилие сопротивления породы определяется по выражению $Fп=Cг\cdot X$, где Cг- коэффициент сопротивления грунта, X - глубина погружения коронки

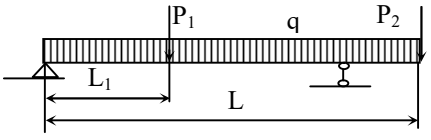
19. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой ***m***, падает под собственным весом с высоты $\boldsymbol{H_o}$ и в конце хода наносит удар по забою скважины. Вначале буровой снаряд движется в воздухе (на расстоянии L_1), а затем в шламе (смесь воды и буровой мелочи). Сопротивление при падении в шламе определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где $\boldsymbol{K_v}$ —коэффициент пропорциональности, ***V*** —скорость, м/с. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_c = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $\boldsymbol{H_{вн}}$ —глубина погружения в породу, м.

20. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой **m**, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Каната в начале движения не препятствует падению. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v —коэффициент пропорциональности, V —скорость, м/с. На расстоянии ΔL от забоя натягивается канат и дальнейшее внедрение происходит при сжатии пружин амортизатора, при этом усилие в канате определяется по формуле $F_c=C_к \cdot X$, где $C_к$- коэффициент, X – расстояние, проходимое буровым снарядом после натяжения каната. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_c = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

21. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве буровой колонны с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении бурильной колонны на нее действует сопротивление $F_c=F_{co}+k_v V^2$. где F_{co} – трение, не зависящее от скорости, k_v – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения колонны. Исходные данные: C –жесткость каната, $m_{бк}$ – масса бурильной колонны, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки.

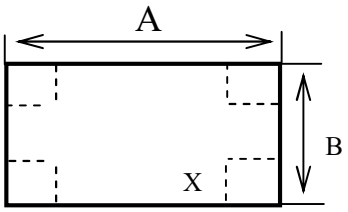
22. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве шахтной клети с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении клети срабатывают тормозные устройства, обеспечивающие усилие торможения $F_т=F_{co}+k_v V_2$. где F_{co} – усилие от трения, не зависящее от скорости, k_v – коэффициент пропорциональности,
V –скорость перемещения клети.
Исходные данные: C –жесткость каната, $m_к$ – масса клети, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки. \

23. Определить оптимальное положение правой опоры балки, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой ***q*** и сосредоточенными силами $\boldsymbol{P_1}$ и $\boldsymbol{P_2}$.



Левая опора находится на конце балки.

24. Определить оптимальные размеры контейнера, изготовляемого из стального листа заданного размера А * В (с углов листа удаляются квадраты размером Х, затем отгибаются боковые стороны контейнера и выполняются сварные швы).



Удаленные квадраты идут в отходы, стоимость сварного шва не учитывать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шестаков В.С. Оптимизация технических объектов: учебное пособие; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016 – 238 с..

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

Б1.В.ДВ.03.01 ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: очная, заочная
Год набора: **2023**

Автор: Шестаков В.С., канд. техн. наук, профессор

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лагунова Ю. А.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 31.08.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
2. Задания к практическим занятиям 4
3. Порядок выполнения работы.....4
4. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....5
4.1. Практическое занятие № 1.....5
Освоение набора кода программы и отладку.....5
4.2. Практическое занятие № 2.....9
4.3. Практическое занятие № 3.....15
End Sub 1
Литература.....

ВВЕДЕНИЕ

Трудоемкость дисциплины (модуля): 4 з.е. 144 часов, из которых при дневной форме обучения 32 часа отводится на практическое освоение.

Цель практических занятий: приобретение практических навыков применения компьютерных технологий для расчета параметров горных машин и оборудования и моделирования технологических процессов.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

Профессиональные:

Способен работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования горных машин и оборудования, реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня техники, обеспечению конкурентоспособности горных машин и оборудования в современных экономических условиях (ПК-1.6);

Результат изучения дисциплины: «Оптимизация параметров горных машин»

Знать:

- возможности программных продуктов для проведения оптимизации;
- методы оптимизации параметров горных машин-

Уметь:

применять программные продукты для проведения оптимизации;

- использовать методы оптимизации параметров горных машин

Владеть:

- навыками применения программных продуктов для проведения оптимизации;
- приемами использования методов оптимизации параметров горных машин

2. ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Занятие 1-2. Изучение проведения расчетов на алгоритмическом языке Visual Basik на примерах простейших программ.

Занятие 3. Решение задачи «Определение продолжительности разгона поршня-ударника на расстоянии Lo и скорости в конце разгона

Занятие 4. Решение задачи «Определение продолжительности торможения поршня-ударника со скорости Vo

Занятие 5. Разработка имитационной модели рабочего процесса погружного пневмоударника.

Занятие 6-7. Разработка имитационной модели рабочего процесса подъема груза лебедкой на высоту Но .

Занятие 8. Разработка имитационной модели рабочего цикла лебедки при подъеме груза лебедкой на высоту Но и опускании порожнего крюка.

Занятие 9-10. Решение задачи определения максимального усилия в канате лебедки при выборе слабины.

Занятие 11. Решение задачи определения коэффициента загрузки привода лебедки за рабочий цикл.

Занятие 12. Составление программы для ЭВМ для метода одномерной оптимизации поиска оптимального значения аргумента для функции в виде квадратичного уравнения.

Занятие 13. Решение задачи определения оптимального положения опоры мачты бурового станки.

Занятие 14. Разработка программы для ЭВМ, включающей готовые модули, реализующих алгоритмы методов многомерной поисковой оптимизации, и поиска оптимальных значений аргументов функций.

Занятие 15-16. Решение задачи определения оптимального передаточного отношения лебедки

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Примеры выполнения заданий рассмотрены в [1, 2].

Задания выполняются в следующей последовательности:

Решение задач расчета длительности операций можно проводить в следующей последовательности:

1. формулировка задачи;
2. анализ задачи и составление расчетной схемы;
3. математическое описание в дифференциальной форме;
4. преобразование выражений в численную форму для решения на ЭВМ;
5. разработка вычислительного алгоритма;
6. разработка программы для ЭВМ;
7. набор программы на ЭВМ и ее отладка;
8. выполнение расчетов и анализ полученных результатов.

Содержание указанных этапов определяется конкретной задачей.

Отчетность по работе: пункты 1-5 оформляются в рукописном виде на бумаге, пункты 6-8 представляются при защите работы на компьютере.

4. ПРИМЕРЫ **ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

4.1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

ОСВОЕНИЕ НАБОРА КОДА ПРОГРАММЫ И ОТЛАДКУ

Подготовка к занятию.

1. Изучить лекцию 2.
2. Изучить пример 1. Расчет площади прямоугольника (приведен ниже)

Вопросы для зачета по практической работе

1. Порядок вычисления формул
2. Математические функции используемые в VBA
3. Из каких соображений определено количество подпрограмм в разработанной программе?
4. Поясните работу каждой программной единицы.
5. Как обеспечивается передача данных с листа ввода данных в программный модуль?
6. Как обеспечивается вывод результатов расчета на лист?
7. Пояснить назначение строк программы.
8. Как выполнить набор программы?
9. Как выполнить отладку программы?
10. Как организовать независимость расположения ячеек с исходными данными от кода программы?
11. Как расположить элементы управления на листе Excel

Указания к выполнению

Задание выполняется одно по примеру, вариант задания – порядковый номер студента в ведомости.

Цель: освоение приемов работы в среде Excel при решении инженерных задач с применением языка программирования Visual Basic

Порядок выполнения работы.

При первом наборе задачи в Microsof Excel проделать пункты настройки по приложению (приведено ниже)

1. Изучите выданную задачу.
2. Выполните математическое описание.
3. Разработайте алгоритм.
4. Разработайте программу для ЭВМ.
5. Выполните набор программы на ЭВМ и ее отладку.
6. Установите кнопку для запуска программы.
7. Выполните расчет.

Задания к практическому занятию 1

1. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета площади окружности. Расчет провести с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Для проведения расчета на листе расположить кнопку.
2. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета площади треугольника. Расчет провести с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Для проведения расчета на листе расположить кнопку.
3. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+\sqrt[3]{B}}{C+D}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
4. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=A*x^{2.5}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использо-

ванием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

5. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+B\times X}{C}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z
6. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+B\times X}{C+D}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
7. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+B\times\sin X}{C+D}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
8. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=2^{-x}\sqrt{x+\sqrt[4]{|y|}},\ b=\sqrt[3]{e^{x-1/\sin z}},\ \text{при } x=3.981,\ y=-1{,}625,\ z=0.512$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

9. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=2^{\left(y^x\right)}+\left(3^x\right)^y,\ b=\frac{|x-y|\left(1+\frac{\sin^2 z}{x+y}\right)}{e^{|x-y|}+\frac{x}{2}},\ \text{при } x=3.251,\ y=0{,}325,\ z=0.466$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

10. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{\sqrt{|x-1|}-\sqrt[3]{|y|}}{1+\frac{x^2}{2}+\frac{y^2}{4}},\ b=x\left(\operatorname{arctg} z+e^{-(x+3)}\right),\ \text{при } x=-0.622,\ y=3{,}325,\ z=5{,}541$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

11. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\sqrt[4]{y+\sqrt[3]{x}-1},\ b=|x-y|\left(\sin^2 z+\operatorname{tg} z\right),\ \text{при } x=17{,}421,\ y=10{,}365,\ z=0{,}828$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

12. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{y^{x+1}}{\sqrt[3]{|y-2|+3}}+\frac{x+y/2}{2|x+y|},\ b=(x+1)^{-1/\sin z},\ \text{при } x=1{,}625,\ y=-15{,}4,\ z=0{,}252$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

13. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{x^{y+1}+e^{y-1}}{1+x|y-\mathrm{tg}z|},\ b=1+|y-x|+\frac{|y-x|^2}{2}+\frac{|y-x|^3}{3},\ \text{при } x=0{,}244,\ y=0{,}869,\ z=-0{,}166$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z

14. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{2\cos(x-\pi/6)}{\frac{1}{2}+\sin^2 y},\ b=1+\frac{z^2}{3+z^2/5},\ \text{при } x=1.426,\ y=-1.220,\ z=3.5$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

15. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{\sqrt[3]{8+|x-y|^2+1}}{x^2+y^2+2},\ b=e^{|x-y|}\left(\mathrm{tg}^2 z+1\right)^x,\ \text{при } x=-4.500,\ y=0.750,\ z=0.845$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

16. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=|\cos x+\cos y|^{1+2\sin^2 y},\ b=1+z+\frac{z^2}{2}+\frac{z^3}{3}+\frac{z^4}{4},\ \text{при } x=0.400,\ y=-0.875,\ z=-0.475$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

17. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\ln\left(y^{-\sqrt{|x|}}\right)\left(x-\frac{y}{2}\right),\ b=\sin^2 \mathrm{arctg}\, z,\ \text{при } x=-15.246,\ y=4.642,\ z=20.001$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

Пример задачи 1. Расчета площади прямоугольника

Последовательность действий будет следующей.

1. **На листе «Лист1»** располагаем вводные данные и готовим место для вывода результатов:

- увеличиваем ширину столбца A – навести курсор на линию между A и B, нажать левую кнопку мыши и потянуть;
- объединяем в первой строке ячейки A1 и B1 – выделить мышью эти ячейки и щелкнуть по кнопке

«Объединить и поместить в центре» на панели «Форматирование»;

– вводим обозначение параметров и размеры сторон в виде

	A	B
1	Вычисление площади прямоугольника	
2	Ширина прямоугольника, м	4
3	Длина прямоугольника, м	10
4	Площадь, м^2	

2. **Вызываем на экран панель *Visual Basic*** (если она отсутствует):

– курсор мыши на любую из имеющихся панелей;

– щелчок правой кнопкой, щелчок по *Visual Basic* (на экран выведется панель рис. 1).



Рис. 1.

3. **Записываем заготовку для основной подпрограммы**:

– щелчок по кнопке «Запись макроса» на панели *Visual Basic*;

– вписываем название основной процедуры «Прямоугольник» в окно «Имя макроса», щелчок по «*ОК*» (рис. 2);

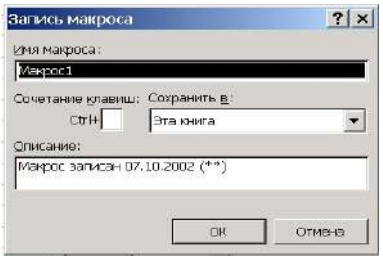
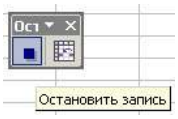


Рис. 2. Окно записи макроса



Р

– щелчок по кнопке «Остановить запись» на появившейся дополнительной панели (рис. 3) или на панели *Visual Basic*. (на ней кнопка «Запись» заменится кнопкой «Остановить запись»).

4. **Переходим в окно редактора *Visual Basic*:**

– щелчок по кнопке «Редактор» на панели *Visual Basic* –на экране должно появиться окно, показанное на рис. 4;

– если на экране отсутствует окно проекта, то его необходимо открыть *View→Project Explorer* (Вид→Окно проекта);

– щелчок по папке «Модули» (*Modules*);

– двойной щелчок по «Модуль1» (*Module*1).

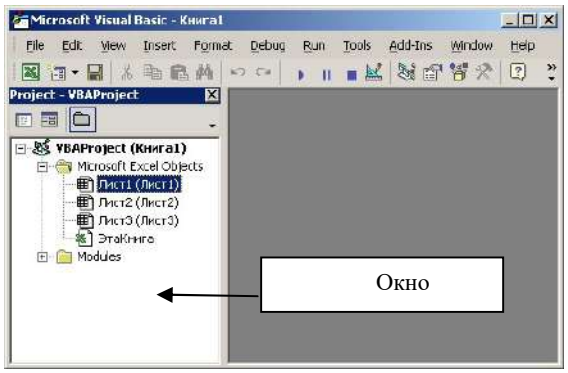


Рис. 4.

5. **Выполняем набор с клавиатуры кода программы** (в отдельные подпрограммы выделен ввод данных и расчет, процедура «Прямоугольник» использована как общая для вызова остальных процедур, передача данных выполнена через аргументы).

```
Option Explicit
Sub Прямоугольник()
   Dim A, B
    Call Ввод(A, B)
    Call Расчет(A, B)
End Sub
Sub Ввод (A, B)
  A = Worksheets("Лист1").Range("B2")
  B = Worksheets("Лист1").Range("B3")
End Sub
Sub Расчет(A, B)
  Dim S
  S = A * B
  Worksheets("Лист1").Range("B4") = S
End Sub
```

При наборе необходимо освоить копирование строк:

- текстовый курсор (вертикальная мигающая черточка) навести на начало копируемой строки клавишами с изображением стрелок или щелчком мыши;
- нажать Shift и не отпуская ее выделить нужный участок (если не всю строку то нажатиями на клавишу с стрелкой → на клавиатуре, если одну строку, то нажать клавишу End, если несколь-

ко строк, то клавишей со стрелкой ↓) – выделенный участок выделится темным цветом;

- отпустить Shift;
- нажать Cntr и не отпуская клавишу Insert;
- навести текстовый курсор на место, куда должна быть скопирован фрагмент;
- нажать Shift и не отпуская клавишу Insert.



Рис. 5

6. Выполняем отладку программы:

– компиляция - *Debug→Compile VBAProject* (Отладка→Компиляция*)* – при обнаружении ошибок появится соответствующее сообщение,
  - при обнаружении не определенной переменной появится сообщение (рис.5), неизвестная переменная выделится синим цветом;
  - при отсутствии вызываемой процедуры сообщение по рис. 6;

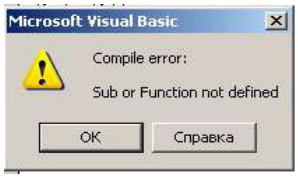


Рис. 6

– пошаговое выполнение – наводим курсор на основную программу (на строку *Sub Прямоугольник*), нажатиями кнопки *F*8 на клавиатуре прогоняем желтую полосу по всем строкам программы. После завершения отладки на листе *Excel* в ячейке "B4" должно появиться значение 40. При проверке процедуры «*Ввод*» после прохождения строки B=.., но еще до выхода из этой процедуры, т.е. полоса на *End Sub*, проверяем получаемые с листа *Excel* значения (наводим и задерживаем курсор на «A» - должно появиться желтое поле со значением A). При проверке процедуры «Расчет» аналогично проверяем, передаются ли значения переменных между подпрограммами.

7. Устанавливаем кнопку управления для запуска программы:

– переходим из редактора на лист *Excel* (можно щелкнуть по значку *Microsoft Excel* строки задач *Windows*);
– вызываем на экран панель «Формы» (курсор на любую панель инструментов, щелчок правой кнопки мыши, щелчок левой кнопкой по строке «Формы»);
– щелчок по изображению кнопки на панели «Формы»;
– щелчок по свободному месту листа;
– в окне «Назначить макрос объекту» щелчок по наименованию «Прямоугольник»;
– щелчок по кнопке «ОК»;
– щелчок по полю внутри кнопки, удаляем «Кнопка1» и набираем слово «Расчет»;
– щелчок по листу *Excel* вне кнопки – должны исчезнуть маркеры вокруг кнопки.

8. Проверяем работу программы:

– наводим курсор на ячейку «B2» и с клавиатуры вводим 6, нажимаем “*Enter*”;
– щелчок по установленной кнопке «Расчет» - в ячейке «B4» должно появиться 60.

9. Сохраняем программу – обязательно выбрать тип «С поддержкой макросов»

4.2. ПРАКТИЧЕСКОЕ **занятие № 2.**

ОСВОЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ

Подготовка к занятию.

3. Изучить лекцию 2.
4. Изучить пример 2. Программа расчета синусоиды (приведен ниже)

Вопросы для зачета по практической работе

12. Порядок составления алгоритма
13. Приведите операторы для организации циклов
14. Приведите операторы ветвления
15. Из каких соображений определено количество подпрограмм в разработанной программе?
16. Поясните работу каждой программной единицы.
17. Как обеспечивается передача данных с листа ввода данных в программный модуль?

18. Как обеспечивается вывод результатов расчета на лист в табличной форме?
19. Пояснить назначение строк программы.
20. Как выполнить набор программы?
21. Как выполнить отладку программы?
22. Как организовать независимость расположения ячеек с исходными данными от кода программы?
23. Как расположить элементы управления на листе Excel

Указания к выполнению

Задание выполняется одно по примеру, вариант задания – порядковый номер студента в ведомости.

Цель: освоение приемов работы в среде Excel при решении инженерных задач с применением языка программирования Visual Basic

Порядок выполнения работы.

8. Изучите выданную задачу.
9. Выполните математическое описание.
10. Разработайте алгоритм.
11. Разработайте программу для ЭВМ.
12. Выполните набор программы на ЭВМ и ее отладку.
13. Установите кнопку для запуска программы.
14. Выполните расчет.

Задания к практическому занятию 2

Задание 2.1

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F/x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, вывода на лист Excel таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, а также минимального и максимального значений функции и соответствующих значений аргументов. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.2

Функция задается выражениями

$У=A+B\sin(x)$, при $x<X_1$

$У=C+D\cos(x)$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, вывода на лист Excel таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, а также минимального и максимального значений функции и соответствующих значений аргументов. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.3

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x-C\cdot X^3-D\cdot\cos(x)$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, вывода на лист Excel таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, найти корень уравнения. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.4

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x-C\cdot x^2-D\cdot\sin(x)$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, заполнения таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.5

Функция задается выражениями

$У=A+B/x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, заполнения таблицы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.6

Функция задается выражениями

$У=A+B/x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу. Рассчитать значение функции при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ с шагом Δx. Вывести на лист Excel в таблицу результатов каждого 10 рассчитанного значения функции и соответствующего значения аргумента. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.7

Функция задается выражениями

$У=A+B/x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу. Рассчитать значение функции при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ с шагом Δx . Вывести на лист Excel в таблицу результатов по 10 строк рассчитанных значения функции и соответствующих значений аргументов (количество вычислений на каждом участке должно быть во много раз больше 10). Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.8

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F/x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции и построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз

Задание 2.9

Функция задается выражениями

$У=A+B\ \sin(x)$, при $X<X_1$

$У=C+D\ \cos(x)$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции и построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз

Задание 2.10

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x-C\cdot x^3-D\cdot\cos(x)$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, для графика вывести сетку и проградуировать ее.

.

Задание 2.11

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x-C\cdot x^2-D\cdot\sin(x)$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения

Задание 2.12

Функция задается выражениями

У=A+B/x, при X<X1

У=C+D·x^2, при X_1<=x<X_2

У=E+F·x, при X_2<=x

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения.

.

Задание 2.13

Функция задается выражениями

У=Acos(x), при x<X_1

У=Csin(x), при X_2<=x

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз

ПРИМЕР 2. ПРОГРАММА ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ С ВЫВОДОМ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассмотрим также очень простую программу вычисления данных для построения синусоиды. При использовании *Excel* график может быть построен мастером диаграмм, но при этом потребуется таблица данных в виде двух столбцов – аргумента *x* и функции *y=sin*(*x*).

Анализ задачи. Для проведения вычислений на листе Excel должны располагаться исходные данные и на этот же лист в виде таблицы должны быть выведены результаты. При вычислении таблицы необходимо организовать изменение аргумента (угла) *N* раз от минимального значения x_{min} до максимального значения x_{max} и для каждого значения аргумента вычислить *y=sin*(*x*). В алгоритмических языках повторяющиеся вычисления принято заключать в цикл. При этом не требуется N раз набирать формулы, кроме того, при использовании циклов программа приобретает универсальность. Какое значение N введет пользователь, столько раз и повторится цикл.

Форма ввода-вывода.

Чистый лист Excel переименовываем: курсор мыши на ярлычок листа, щелчок правой кнопкой, переименовать, набрать с клавиатуры Синусоида.

По подобию примера оформляем лист и вводим исходные данные.

Разработка алгоритма расчета. Эта задача сложнее рассмотренной первой простейшей задачи, но и она опытным программистом может быть решена без предварительного составления алгоритма. Целью учебных занятий является обучение программированию и составлению алгоритмов, так как для решения более сложных задач обязательно потребуется умение составлять алгоритмы. Рассмотрим два варианта создания алгоритма: словесно-пошаговую (текстовую) и блок-схему.

1 вариант.

Ввести: N – количество вычислений, x_{min} x_{max} минимальное и максимальное значение аргумента, ввод в градусах.

Вычислить шаг изменения переменной: $dx=(x_{max} - x_{min})/N$

Организовать повторение выполнения строк вычислений функции и вывода результатов при изменении аргумента от минимального до максимального с шагом *dx* N раз. После каждого вычисления выводить в таблицу значения *x* и *y*.

2 вариант.

В этой задаче можно выделить подпрограммы ввода, расчета и вывода. Кроме того, для вызова этих подпрограмм должна быть еще одна подпрограмма. Таким образом, программа будет состоять их четырех подпрограмм. Передача данные между подпрограммами будет выполнена через аргументы.

Алгоритм будем составлять только для подпрограммы расчета, так подпрограммы ввода и вывода очень просты и не требуют составления алгоритма. На рисунке представлено два варианта алгоритма. На рис. 1, а цикл организован при изменении параметра цикла *i* N раз, но при такой организации цикла потребуется в подпрограмме использовать две дополнительных строки $x=x_{min}$ и $x = x + dx$. В варианте по рис. 1, б задание начального значения и изменения аргумента выполняется в операторе цикла, поэтому дополнительных строк не нужно. При вычислении синуса в скобках выполнено деление на 57.3 чтобы перевести градусы в радианы (функции sin, cos и др. на ал-

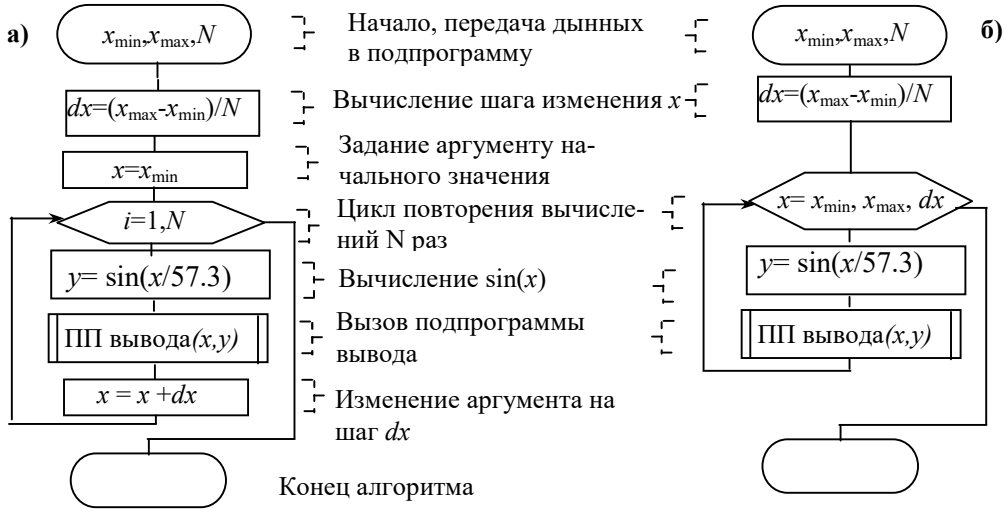


Рис. 1. Алгоритмы расчета с вычислением аргумента: а - отдельными операторами, б –

горитмических языках берутся от аргумента в радианах).

Разработка программы. Подпрограмму ввода оформляем аналогично предыдущему примеру. Подпрограмма расчета оформляется по составленному алгоритму по рис. 1, б.

.

Таблица 1. Соответствие блоков алгоритма строкам подпрограммы расчета

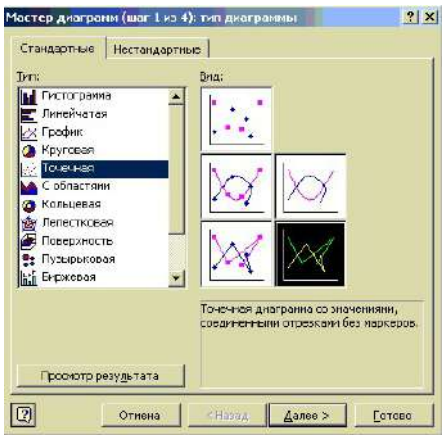
Блок алгоритма	Строки программы
x_{min},x_{max},N	Sub Расчет(Xmin, Xmax, N).
$dx=(x_{max}-x_{min})/N$	dx = (Xmax - Xmin) / N.
x= x_{min}, x_{max}, dx	For x = Xmin To Xmax Step dx Next x
y= sin(x/57.3)	y = Sin(x / 57.3)
ПП вывода(x,y)	Call Вывод(x, y, i)
	End Sub

Таблица 2. Назначение дополнительных строк и переменных подпрограммы расчета

i	Переменная для указания текущей строки таблицы при выводе данных
Dim dx, x, y, i	Описание переменных, тех, которые не передаются через аргументы заголовка подпрограммы
i=8	Указание номера первой строки листа Excel, в которую будут выводиться результаты расчета. На листе примера первые 7 строк занято под исходные данные и заголовок, пустая для вывода 8 стр.

Подпрограмм вывода. Для вывода в таблицу должен быть использован адрес с использованием указания ячейки с помощью Cells. В скобках указывается на первом месте номер строки, а на втором номер столбца числом, а не именем столбца, т.е. вместо А используется цифра 1, вместо В – цифра 2 и т.д. Чтобы обеспечить заполнение таблицы результатов необходимо обеспечить изменение номера строки листа Excel для вывода очередной строки данных результатов. Поэтому для номера строки в адресе Cells должна быть использована вычисляемая переменная. Изменение строки на единицу выполняется строчкой i=i+1. В подпрограмме расчета использованы для хранения результатов переменные, а не массивы, поэтому вывод результатов должен быть осуществлен в процессе выполнения цикла расчета. Исходя из этого, строка вызова подпрограммы вывода включена в цикл после расчета функции. Задание начальной строки вывода i=8 выполнено в подпрограмме расчета до цикла, внутрь цикла или в подпрограмму вывода эту строку вводить

нельзя, так как после перевода строки оператором i=i+1 строкой i=8 , при расположение ее в цикле или в подпрограмме вывода будет происходить возврат вывода снова в 8-ю строку.



Программа расчета данных для построения синусоиды:

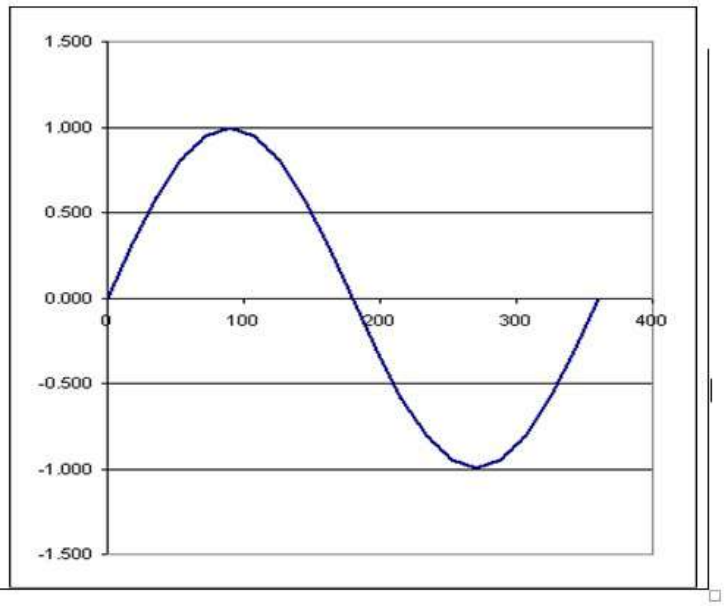
```
Option Explicit
Sub Синусоида()
  Dim Xmin, Xmax, N
  Call Ввод(Xmin, Xmax, N)
  Call Расчет(Xmin, Xmax, N)
End Sub

Sub Ввод(Xmin, Xmax, N)
  Xmin = Worksheets("Синусоида").Range("G3")
  Xmax = Worksheets("Синусоида").Range("G4")
  N = Worksheets("Синусоида").Range("G5")
End Sub

Sub Расчет(Xmin, Xmax, N)
Dim dx, x, y, i
i = 8                          'Первая строка таблицы данных
dx = (Xmax - Xmin) / N         'Шаг изменения аргумента
For x = Xmin To Xmax Step dx   'Начало цикла
  y = Sin(x / 57.3)            'Вычисление функции
```

Вид листа Excel для ввода исходных данных и вывода результатов

	A	B	C	D	E	F	G	H	J
1	**Построение графика y=sin(x)**							Расчет	
2	Исходные данные								
3	Начальное значение угла, град						0		
4	Конечное значение угла, град						360		
5	Количество вычислений						20		
6			Результаты расчета						
7	x, град	y=sin(x)							
8	0	0.000							
9	18	0.309							
10	36	0.588							
11	54	0.809							
12	72	0.951							
13	90	1.000							
14	108	0.951							
15	126	0.809							
16	144	0.588							
17	162	0.309							
18	180	0.000							
19	198	-0.309							
20	216	-0.588							
21	234	-0.809							
22	252	-0.951							
23	270	-1.000							
24	288	-0.951							
25	306	-0.809							
26	324	-0.588							
27	342	-0.309							
28	360	0.000							



ему при-

зыведена

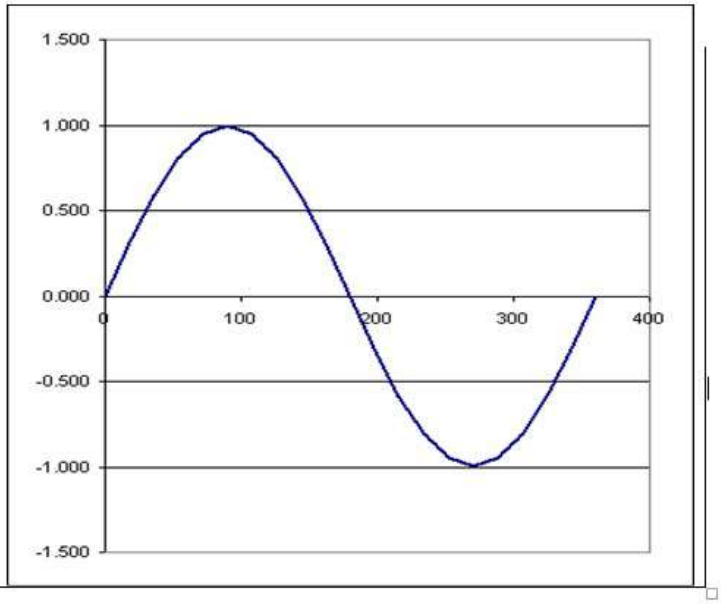
графика,
выдели-

ных для
перемес-

ками без

Вид листа Excel для ввода исходных данных и вывода результатов

	A	B	C	D	E	F	G	H	J
1	**Построение графика y=sin(x)**						Расчет		
2	Исходные данные								
3	Начальное значение угла, град						0		
4	Конечное значение угла, град						360		
5	Количество вычислений						20		
6	Результаты расчета								
7	x, град	y=sin(x)							
8	0	0.000							
9	18	0.309							
10	36	0.588							
11	54	0.809							
12	72	0.951							
13	90	1.000							
14	108	0.951							
15	126	0.809							
16	144	0.588							
17	162	0.309							
18	180	0.000							
19	198	-0.309							
20	216	-0.588							
21	234	-0.809							
22	252	-0.951							
23	270	-1.000							
24	288	-0.951							
25	306	-0.809							
26	324	-0.588							
27	342	-0.309							
28	360	0.000							



4.3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РАСЧЕТА ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА

Задания

3.1. Определить скорость в начале внедрения бурового снаряда в породу . Буровой снаряд, массой ***m***, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v — коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, м/с

3.2. Определить скорость в начале внедрения бурового снаряда в породу . Буровой снаряд, массой ***m***, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда до глубины H_1 определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, м/с, а ниже глубины H_1 добавляется усилие сопротивления шлама (взвесь буровой мелочи в воде) по выражению $F_{сш}=к_1+к_2 \cdot x$, где x – расстояние от поверхности шлама, $к_1$,$к_2$ – известные коэффициенты

3.3. Определить скорость ударника при движении его в нижнее положение на расстояние L2 и время перемещения. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в верхнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать)

3.4. Определить скорость ударника при движении его в верхнее положение на расстояние L2 и время перемещения. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в верхнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать)

3.5. Определить скорость и время перемещения ударника при горизонтальном движении на расстоянии L_2. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в левую часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно P_o. После прохождения расстояния L_1,

цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать).

3.6. Определить скорость при аварийном срыве с захватов бурового става в конце выбора слабины . Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен. При падении на буровой став действует усилие сопротивления, изменяющегося по выражении. $F_c=k_1+k_2v^2$ (k_1,k_2 – известные коэффициенты, v – текущее значение скорости).

Указания к выполнению

Задание выполняется одно по примеру, вариант задания – порядковый номер студента в ведомости.

Цель работы: освоение приемов работы в среде Excel при решении инженерных задач с применением языка программирования Visual Basic

Порядок выполнения работы.

15. Изучите формулировку выданной для выполнения задачи.
16. Выполните анализ задачи и составьте расчетную схему.
17. Выполните математическое описание в дифференциальной форме.
18. Выполните преобразование выражений в численную форму для решения на ЭВМ.
19. Разработайте вычислительный алгоритм.
20. Разработайте программу для ЭВМ.
21. Выполните набор программы на ЭВМ и ее отладку.
22. Выполните расчет и анализ полученных результатов.

Пример выполнения занятия

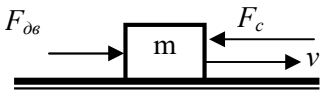


Рис. 1. Расчетная схема

Формулировка задачи. Определить время перемещения на расстояние $\mathbf{L_o}$ поршня-ударника массой **m** под действием постоянного движущего усилия $\mathbf{F_{дв}}$ и усилия сопротивления $\mathbf{F_c}$. Ударник перемещается горизонтально.

Анализ задачи. В процессе решения задачи необходимо определять:

- текущее значение пути перемещения, чтобы его использовать в алгоритме для сравнения с заданным расстоянием;
- текущее значение скорости, для использования при расчете пути перемещения;
- время перемещения.

Расчетная схема механической системы показана на рис. 1. Практически все механизмы горных машин имеют одну степень свободы – обеспечивают или вращение рабочего органа вокруг его оси, или перемещение рабочего органа вдоль определенной линии. Поэтому для расчета текущего значения скорости перемещения может быть использовано соответствующее уравнение движения.

Математическое описание.

Для механизмов поступательного движения с неизменной массой уравнение движения $\mathbf{F_{дв} - F_c = m \cdot dv/dt,}$ (1)

где $F_{дв}$, F_c –движущее усилие и усилие сопротивления, действующие на ударник, m – масса, dv/dt – ускорение движения, v- скорость.

Движущее усилие определится по давлению сжатого воздуха и площади $\boldsymbol{F_{дв}=P \cdot S}$

Из выражения (1) может быть определена скорость. Для расчета пути перемещения $\boldsymbol{X}$ можно применить выражение, реализующее определение скорости (скорость - это первая производная пути по времени) $\boldsymbol{v = dX/dt.}$ (2)

Преобразование в численную форму.

Выражения (1)-(2) не могут быть использованы в программе непосредственно в дифференциальном виде. Они должны быть переведены в численную форму. Для преобразования применяют численные методы, наиболее простым из которых является метод Эйлера.

Суть метода Эйлера заключается в замене: $\boldsymbol{dv/dt \rightarrow (v_{i+1} - v_i)/\Delta t;}$ $\boldsymbol{dx/dt \rightarrow (x_{i+1} - x_i)/\Delta t,}$

где $\boldsymbol{v_{i+1}, v_i}$ – последующее и предыдущее значение скорости, определенные через шаг интегрирования $\boldsymbol{\Delta t}$;

$\boldsymbol{x_{i+1}, x_i}$ – последующее и предыдущее значение пути перемещения ударника, определенные через шаг интегрирования $\boldsymbol{\Delta t}$.

При такой замене выражение (1) примет вид: $\mathbf{F_{дв} - F_c = m \cdot (v_{i+1} - v_i)/\Delta t.}$

В этом выражении неизвестными являются $\boldsymbol{v_{i+1}}$, $\boldsymbol{v_i}$. Для решения подобных выражений необходимо применять начальные условия. В начале движения скорость равна нулю $\boldsymbol{v_i=0}$, и в выражении остается только одна неизвестная. Таким образом, последующее значение скорости можно вычислить через предыдущее $\boldsymbol{v_{i+1} = v_i + (F_{дв} – F_c) \cdot \Delta t / m;}$ (1')

Для расчета перемещения, после соответствующей подстановки, получим $\boldsymbol{x_{i+1} = x_i + v_{i+1} \cdot \Delta t.}$ (2')

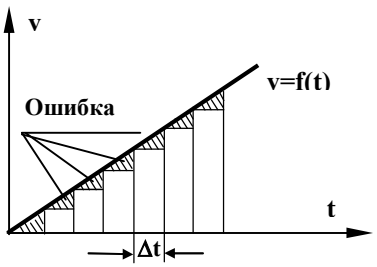


Рис. 2. Иллюстрация метода Эйлера

Время перемещения определяется суммированием Δt до тех пор, пока условие выполняется $T_{i+1} = T_i + \Delta t$. (3)

При решении на ЭВМ индексы в выражениях можно опустить и при этом не произойдет искажения смысла – определение последующего значения переменной по предыдущему значению. Графически метод Эйлера хорошо иллюстрируется на примере определения пути перемещения через график скорости (рис. 2). Из курса физики и теоретической механики известно, что путь это интеграл от скорости, а при графическом представлении – это площадь под линией интегрируемой функции. По выражению (2') выполняется суммирование прямоугольников, а заштрихованные треугольники показывают ошибку использования метода Эйлера для интегрирования. Рис. 2 показывает, что ошибка зависит от шага интегрирования Δt, при уменьшении шага ошибка уменьшается. Для повышения точности расчетов желательно уменьшить шаг интегрирования, но при этом одновременно увеличится число вычислений, а значит и время вычислений, поэтому необходимо использовать «разумную точность». Зададим шаг 0.1 с, выполним расчет времени цикла, затем шаг уменьшим в 10 раз, повторно выполним расчет времени и сравним с предыдущим расчетом. Если относительная разница между ними будет существенной (больше одного процента), то шаг уменьшим еще, а если нет, то оставим последнее значение шага.

После исключения индексов выражения примут вид:

$$v = v + (F_{дв} - F_c) \cdot \Delta t / m; \quad (1'')$$

$$x = x + v \cdot \Delta t; \quad (2'')$$

$$T = T + \Delta t. \quad (3'')$$

Разработка вычислительного алгоритма.

Из рис. 2 следует, что определить путь перемещения при известном графике скорости за одно вычисление невозможно, потребуется обязательно выполнить вычисления ***v, x, T*** несколько раз. Для реализации повторяющихся вычислений в программе применим цикл. Блок-схема такого алгоритма быть изображена на рис. 3.

Алгоритм составлен в следующей последовательности.

1). В качестве условия выхода из цикла принимаем $X<L_o$ и заносим его в элемент сравнения ***4*** в нижней части листа, на котором изображается алгоритм.

2). Введенное неравенство анализируем. Переменные, входящие в правые части вычисляемого выражения или в обе части логического должны быть обязательно определены. L_o является заданным значением расстояния, следовательно, эту переменную указываем в блоке ввода данных ***1***

3). Выше блока сравнения ***4,*** для определения переменной ***X,*** присутствующей в логическом выражении, в алгоритм вводится выражение для вычисления пути $x = x + v \cdot \Delta t$. В правой части этого выражения должны быть определены переменные $x, v, \Delta t$. Шаг интегрирования Δt вводится в блоке ввода данных ***1***. Для определения x используем начальное состояние ударника – в начале движения путь равен нулю, поэтому выражение $x = 0$ вводим в блок начальных условий ***2.***

4). Выше выражения расчета пути вводится выражение для расчета скорости ***v,*** необходимой для вычисления ***x,*** $v = v + (F_{дв} - F_c) \cdot \Delta t / m$.

Для определения переменных правой части этого выражения добавляем в блок ввода данных ***1:*** $F_{дв}$, F_c, m, и $v = 0$ - в блок начальных условий ***2*** .

5). При формальном подходе для расчета параметра больше не требуется ни одного выражения и можно завершать цикл расчетов. Выражение для расчета времени $T = T + \Delta t$ потребуется, когда будет решаться вопрос вывода результатов расчетов – значения Т. Его можно ввести как выше выражения расчета скорости, так и ниже выражения расчета пути, но это выражение должно обязательно попасть в цикл. После ввода выражения для расчета времени в блок начальных значений добавляют условие $T=0$.

Разработка программы на ЭВМ.

На примере этой задачи освоим приемы программирования:

1. Реализацию составленного алгоритма программным кодом
2. Вывод данных в таблицу для последующего построения графика
3. Управление количеством выводимых в таблицу данных

При составлении сложного программного обеспечения применяют подход поэтапного составления программы и ее отладки. В данной задаче можно вначале решить задачу без вывода промежуточных данных (реализация составленного алгоритма), затем обеспечить вывод в таблицу всех данных, а затем освоить вывод с управлением количества выводимых строк.

Первый вариант программы – решение задачи без вывода промежуточных данных

На листе Excel формируем форму ввода-вывода. Для данной задачи она может иметь вид

	A	B	C	D	E	F
1	**Расчет времени перемещения элемента на заданное расстояние**					
2	Исходные данные					
3	1. Расстояние перемещения, м					1

4	2. Масса поршня, кг					20
5	3. Движущее усилие, Н					100
6	4. Усилие сопротивления, Н					10
7	5. Шаг интегрирования					0.001
8	Результаты расчеты					
9	1. Время перемещения, с					
10	2. Скорость в конце хода, м/с					
11	Время,с	Скорость, м/с	Путь,м			
12						

Программа составляется по разработанному алгоритму. Для упрощения отладки программу разбивают на отдельные подпрограммы по условию: каждая функция выполняется отдельной подпрограммой. В этой задаче можно выделить подпрограммы ввода и расчета. Наименования переменных желательно применять такие же, что и используются в математической модели. Для пояснений в программу введены комментарии. Передача данных между подпрограммами здесь выполнена через аргументы.

В нижней части алгоритма, представленного на рис. 3 выполняется проверка ***x<Lo.*** Если это условие выполняется, то должен быть выполнен возврат к расчету скорости ***v.*** В программе для осуществления возврата после какого-либо сравнения из нижней части алгоритма к верхней применим оператор цикла.

Первый вариант программы без вывода промежуточных данных представлен на рис. 4. После отладки и выполнения программы получим «Время перемещения =0,667», «Скорость в конце хода =3.0015».

Второй вариант программы - вывод промежуточных данных (дополним процедуру Расчет)

Вывод данных в таблицу выполняется с использованием указателя ячейки .Cells(номер строки, номер столбца). В этой задаче вывод времени осуществляется в столбец 1 (столбец А), скорости во 2, а пути в 3-й. Строки должны меняться, вначале вывод в 12, затем в 13 и т.д. Для указания строки введем переменную i (допишем ее в строке Dim V, X, T, i). Перед циклом присвоим ей начальное значение i = 12. Внутри цикла вставим строки для вывода. Чтобы график начинался с нулевой точки строки вывода вставим выше строк расчета. После вывода строк изменим строку i = i + 1, чтобы следующий вывод был на другую строку. Вид процедуры показан на рис. 5 . Изменим исходные данные «Шаг интегрирования=0.1» и выполним расчет. В результате будет получено 7 строк в таблице. Изменим «Шаг интегрирования=0.01» и снова выполним расчет. В результате будет получено 66 строк в таблице. Таким образом, при решении задачи с малым шагом будут выводиться таблицы с большим количеством строк.

Построим график средствами Excel. Выделим три столбика с данными, щелкнем по кнопке «Мастер диаграмм», выберем «Точечная» и вид с соединением точек, щелкнем по «Готово».

Снова увеличим шаг до 0,1 и проведем перерасчет. В таблице останется 66 строк с данными, а график будет неверным. Это объясняется тем, что в таблице остались данные от предыдущего расчета. При выводе в таблицы вначале необходимо таблицу подготовить – очистить ячейки от предыдущих значений. Для этого можно составить макрос и вызвать его в программе:

- выполнить щелчок по кнопке «Запись макроса» на панели инструментов *Visual Basic*;
- ввести наименование макроса, например «Очистка»;
- курсор мыши навести на ячейку «А12» и при нажатой левой кнопке выделить диапазон до ячейки «С100»;
- нажать клавишу «*Delete*»;
- выполнить щелчок мышью по ячейке «А12»;
- выполнить щелчок по кнопке «Остановить запись макроса»;
- перейти в программу и в основной процедуре ввести строку Call Очистка.

Третий вариант программы - вывод промежуточных данных через заданное число строк

Освоим вывод, например каждого 10-го вычисления. Идея, которая должна быть реализована: вывести результаты, затем выполнить расчет 9 раз без вывода результатов, и снова повторить эти этапы. Следовательно, вывод должен быть управляемым. Для управления используется оператор проверки If и он должен быть расположен перед выводом. Если мы рассматривает вывод каждого 10-го значения, то в условие организуем проверку достижения этого значения. Теперь решаем вопрос, а что сравнивать с этим числом. Анализ процедуры по рис. 5 покажет, что без дополнительной переменной не обойтись. Введем новую переменную j. Тогда строка проверки примет вид If j >= 10 Then. End If вставим после всех строк управления выводом. Решим вопрос по ее изменению. Чтобы вывести строку при нулевых значениях T,V,X первым значением j должно быть число не меньшее 10, поэтому до цикла введем строку j=10. Если при таких изменениях запустить программу, то увидим, что ничего не изменилось, вывод будет всех строк. Это происходит потому, что j все время остается равным 10. Для того, чтобы прекратить вывод следующих за первой строк обнулим после вывода j=0. Но если после этого запустить программу, то в результате буде получена всего одна строка таблицы. Значит, после обнуления необходимо включить оператор определения количества вычислений, чтобы после 9 вывести строку j=j+1. На рис. 6 показана процедура этого варианта с процедурой «Очистка»

Четвертый вариант программы - вывод заданного числа промежуточных данных (любое количество расчетных данных должно выводиться в заданную заранее таблицу). Примем, что результаты должны поместиться в 20 строк. Чтобы правильно научиться составлять программы проще всего применять численные значения. Определим, через сколько вычислений надо выводить результаты, если количество вычислений 2000, а надо получить 20 строк. Очевидно через 100. Если вычислений 400, то выводить нужно через 20. Эти рассуждения позволяют сделать вывод, что вместо числа 10 (в процедуре на рис. 6) необходимо ввести вычисляемую переменную, например, dN и вычислять ее как dN=N/20 (N – число вычислений). Значит, до вывода необходимо знать количество вычислений, а оно до тех пор, пока не просчитаем неизвестно. Как решить эту проблему? Ответ будет такой: вначале выполняем расчет без вывода промежуточных данных, определяем число вычислений, а затем после определения dN повторяем расчет с выводом данных. Эта идея реализуется организацией цикла выполнения расчетов два раза. Пример программы на рис. 7. В примере на рис. 7 строки, которые обеспечивают вывод данных в таблицу вынесены в отдельную процедуру. Это сделано для того, чтобы операторы вывода не затрудняли восприятие процедуры расчета. Для случая, когда нужно выводить не 20, а иное число строк, заменяется число в операторе dN=N/20

	A	B	C	D	E	F
1	**Расчет времени перемещения элемента на заданное расстояние**					
2	Исходные данные					
3	1. Расстояние перемещения, м					1
4	2. Масса поршня,					20
5	3. Движущее усилие, Н					100
6	4. Усилие сопротивления, Н					10
7	5. Шаг интегрирования					0.001
8	Результаты расчеты					
9	1. Время перемещения, с					0.667
10	2. Скорость в конце хода, м/с					3.0015
11	Время,с	Скорость, м/с	Путь,м			
12	0	0	0			
13	0.034	0.15	0.003			
14	0.068	0.31	0.011			
15	0.102	0.46	0.024			
16	0.136	0.61	0.042			
17	0.170	0.76	0.065			
18	0.204	0.92	0.094			
19	0.238	1.07	0.128			
20	0.272	1.22	0.167			
21	0.306	1.38	0.211			
22	0.340	1.53	0.261			
23	0.374	1.68	0.316			
24	0.408	1.84	0.375			
25	0.442	1.99	0.441			
26	0.476	2.14	0.511			
27	0.510	2.29	0.586			
28	0.544	2.45	0.667			
29	0.578	2.60	0.753			
30	0.612	2.75	0.844			
31	0.646	2.91	0.940			

Расчет

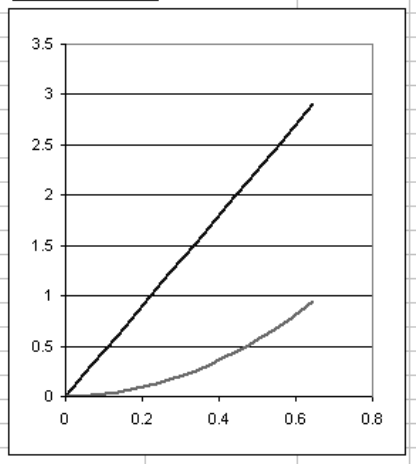


Рис. 8. Вид листа Excel

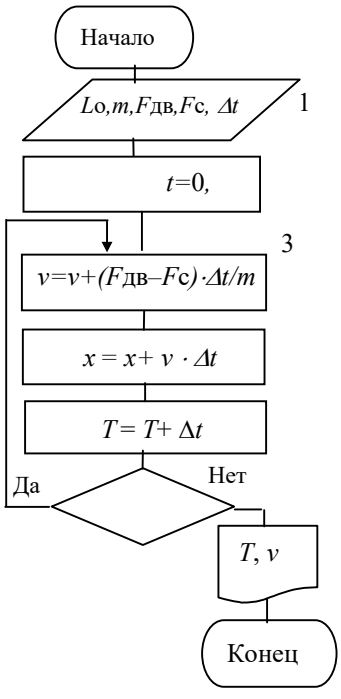


Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчета времени перемещения

```
Option Explicit
Sub Разгон_до_макс_скорости()
   Dim Fdv, Fc, m, Lo, dT, I
   Call Ввод (Lo,m,Fdv,Fc,dt)
  Call Расчет(Lo,M,Fdv,Fc,dt)
End Sub
Sub Ввод(Lo,m,Fdv,Fc,dt)
  Lo=Worksheets("Лаб1").Range(“F3")
  m =Worksheets("Лаб1").Range("F4")
  Fdv = Worksheets("Лаб1").Range("F5")
   Fc=Worksheets("Лаб1").Range("F6")
   dT = Worksheets("Лаб1").Range("F7")
End Sub
.Sub Расчет(Lo,M,Fdv,Fc,dt)
Dim V,  X, T
T = 0 :  V = 0  :  X = 0
 While   x < Lo
      V = V + (Fdv - Fc) * dT / M
      X = X + V * dT
       T = T + dT
 Wend
 Worksheets("Лаб1").Range("F9") = T
 Worksheets("Лаб1").Range("F10") = V
End Sub
```

Рис. 4. Вариант без вывода данных в табл.

```
Sub Расчет (Lo, M, Fdv, Fc, dt)
Dim V, X, T, i
T = 0:   V = 0:    X = 0
i = 12
 While X < Lo
   Worksheets("Лаб1").Cells(i, 1) = T
   Worksheets("Лаб1").Cells(i, 2) = V
   Worksheets("Лаб1").Cells(i, 3) = X
   i = i + 1
   V = V + (Fdv - Fc) * dt / M
   X = X + V * dt
   T = T + dt
 Wend
 Worksheets("Лаб1").Range("f9") = T
 Worksheets("Лаб1").Range("f10") = V
End Sub
```

Рис. 5. Вариант с выводом всех данных в таблицу

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.С.Шестаков. Оптимизация технических объектов. Учебное пособие. Изд. УГУ, Екатеринбург, 2016, 238 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.01 ФИЛОСОФИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Гладкова И. В., доцент, канд. филос. н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Философии и культурологии	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В. П.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по написанию реферата	17
8	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	19
	Заключение	21
	Список использованных источников	22

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзорлитературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах иолимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельной работе, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен*умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и рекомендуемая

литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме).Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются дляосвещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии[1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент приподготовке доклада-презентации, должнысоответствовать научно-методическим требованиямВУЗа ибытьуказанывдокладе;

- необходимособлюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;
- современнуюоценкупредмета изложения;

- краткоеперечислениерассматриваемых вопросов;
- живуюинтереснуюформуизложения;
- акцентированиеоригинальностиподхода.

Основная часть.

Основная частьсостоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной темезанятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимымисправочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по написанию реферата

Слово "реферат" (от латинского – referre – докладывать, сообщать) означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания какого–либо вопроса или темы на основе критического обзора информации.

Написание реферата - вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на семинарах, конференциях.

При подготовке реферата необходимо соблюдать следующие правила.

Ясно и четко сформулировать цель и задачи реферата, отражающие тему или решение проблемы.

Найти литературу по выбранной теме; составить перечень источников, обязательных к прочтению.

Только после предварительной подготовки следует приступать к написанию реферата. Прежде всего, составить план, выделить в нем части.

Введение. В этом разделе раскрывается цель и задачи работы; здесь необходимо сформулировать проблему, которая будет проанализирована в реферате, изложить своё отношение к ней, то есть мотивацию выбора; определить особенность постановки данной проблемы авторами изученной литературы; объяснить актуальность и социальную значимость выбранной темы.

Основная часть. Разделы, главы, параграфы основной части должны быть направлены на рассмотрение узловых моментов в теме реферата. Изложение содержания изученной литературы предполагает его критическое осмысление, глубокий логический анализ.

Каждый раздел основной части реферата предполагает детальное изучение отдельного вопроса темы и последовательное изложение структуры текстового материала с обязательными ссылками на первоисточник. В целом, содержание основной части должно отражать позиции отдельных авторов, сравнительную характеристику этих позиций, выделение узловых вопросов дискурса по выбранной для исследования теме.

Заключение. В заключении автор реферата должен сформулировать личную позицию в отношении изученной проблемы и предложить, может быть, свои способы её решения. Целесообразно сделать общие выводы по теме реферата и ещё раз отметить её актуальность и социальную значимость.

Список использованных источников и литературы.

Написание рефератов является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы, а также на усиление контроля за этой работой.

В отличие от теоретических семинаров, при проведении которых приобретаются, в частности, навыки высказывания своих суждений и изложения мнений других авторов в устной форме, написание рефератов формирует навыки изложения своих мыслей в письменной форме грамотным языком, хорошим стилем.

В зависимости от содержания и назначения в учебном процессе рефераты можно подразделить на два основных типа: научно-проблемные и обзорно-информационные.

Научно-проблемный реферат. При написании такого реферата следует изучить и кратко изложить имеющиеся в литературе суждения по определенному, спорному в теории, вопросу (проблеме) по данной теме, высказать по этому вопросу (проблеме) собственную точку зрения с соответствующим ее обоснованием.

Обзорно-информационный реферат. Разновидностями такого реферата могут быть следующие:

1) краткое изложение основных положений той или иной книги, монографии, содержащих материалы, относящиеся к изучаемой теме по курсу дисциплины;

2) подбор и краткое изложение содержания статей по определенной проблеме (теме, вопросу), опубликованных в различных журналах за определенный период, либо в сборниках («научных трудах», «ученых записках» и т.д.).

Темы рефератов определяются преподавателем. Литература либо рекомендуется преподавателем, либо подбирается аспирантами самостоятельно, что является одним из элементов самостоятельной работы.

Объем реферата должен быть в пределах 15 страниц машинописного текста через 1,5 интервала. При оформлении реферата необходимо ориентироваться на правила и установленные стандарты для учебных и научных работ.

Реферат сдается в указанные преподавателем сроки.

Критерии оценивания:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);
- личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);
- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);
- культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);
- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;
- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);
- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);
- корректное использование литературных источников, грамотное оформление ссылок.

8. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильнаяорганизация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Управления персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А.	Осипов П.А
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Железникова А.В.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…..……6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……10

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….……18

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ…….22

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....26

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……...30

ПОДГОТОВКА ЭССЕ……..31

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ…….....34

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……36

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении – это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;

- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*История России*» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*История России*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

1.История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.

2.Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

3.Концепции исторического процесса.

4.История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

5.Историография отечественной истории.

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

1.Этногенез восточных славян.

2.Славяне: расселение, занятия, общественное устройство, верования.

3.Предпосылки образования государственности у восточных славян

4.Норманнская и антинорманнская теории.

5. Первые князья династии Рюриковичей.

6. Русь и Византия. Первые договоры.

Тема 3. Киевская Русь

1. Социально-экономический и общественно-политический строй Киевской Руси (конец X – первая треть XII вв.).

2.Формирование системы государственного управления. Князья Игорь, Ольга, Святослав.

3. Князь Владимир. Крещение Руси и его значение.

4. Ярослав Мудрый. «Русская правда» - первый свод законов Древнерусского государства. Владимир Мономах.

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

1.Предпосылки распада Киевской Руси и начала феодальной раздробленности.

2. Политическая раздробленность на Руси

а) Новгородская боярская республика.

б) Владимиро-Суздальская Русь. Юрий Долгорукий, Андрей Боголюбский, Всеволод Большое Гнездо.

в) Галицко-Волынская земля. Ростислав Мстиславич, Даниил Романович.

г) Киевская земля в период феодальной раздробленности.

3. Последствия раздробленности.

4. Завоевательные походы монголов и нашествие Батыя на Русь.

5. Борьба с немецко-шведской агрессией. Деятельность А.Невского

6. Золотоордынское влияние на развитие средневековой Руси: оценки историков.

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

1.Предпосылки и особенности процесса объединения русских земель.

2.Этапы политического объединения, их характеристика и содержание. Иван Калита, Дмитрий Донской.

3.Социально-экономическое развитие и формирование политических основ Российского государства при Иване III и Василии III.

4. Внутренняя и внешняя политика Ивана IV.

5. Культура Руси XIV – начала XVI вв.

Тема 6. Российское государство в XVII в.

1.Смутное время начала XVII в.

2.Развитие Российского государства при первых царях династии Романовых:

а) новые явления в социально-экономической жизни;

б) движение социального протеста;

в) государственно-общественное развитие;

г) реформы патриарха Никона и церковный раскол;

д) внешняя политика России в XVII в., присоединение новых территорий

Тема 7. Россия в XVIII в.

1. Реформы Петра I и начало российской модернизации

2. Внешняя политика Петра I. Рождение Российской империи.

3. «Эпоха дворцовых переворотов» (1725–1762 гг.).

4.Царствование Екатерины II:

а) социально-экономическое развитие России во 2-й половине XVIII в.;

б) «Просвещенный абсолютизм»: содержание, особенности, противоречия.

4.Российское государство в конце XVIII века. Павел I.

5.Внешняя политика России

6.Европеизация и секуляризация русской культуры: результаты и последствия.

Тема 8. Россия в XIX в.

1. Александр I и его преобразования. М.М. Сперанский.

2. Внешняя политика в первой четверти XIX в.

3. Внутренняя и внешняя политика императора Николая I.

4. Александр II. Отмена крепостного права и ее влияние на социально-экономическое развитие страны.

5.Либерально-буржуазные реформы 60–70-х гг. XIX в. и их последствия.

6. «Контрреформы» Александра III: корректировка реформаторского курса.

7.Общественно-политические движения (консервативный, либеральный, революционный лагерь).

8.Внешняя политика России во второй половине XIX в.

9. Культура и общественная жизнь России в XIX в.

Тема 9. Россия в XX в.

1.Проблемы российской модернизации на рубеже XIX –XX вв. Программа индустриализации С. Ю. Витте. Реформы П. А. Столыпина.

2.Революция 1905–1907 гг. в России. Становление многопартийности и парламентаризма в России.

3. Внешняя политика. Первая мировая война.

4.Февральская революция 1917 года. Октябрь 1917 года: приход к власти большевиков.

5.Гражданская война в России и первое десятилетие Советской власти

6. Новая экономическая политика: цели, направления, результаты.

7.Социально-экономические преобразования в СССР:

а) индустриализация страны: необходимость, источники, методы, итоги;

б) коллективизация сельского хозяйства;

в) формирование и упрочение административно-бюрократической системы.

8. Политическая система СССР в 1930-е годы. Завершение «культурной революции».

9. Образование СССР. Внешняя политика СССР в 1930-е гг.

10. СССР во Второй мировой войне

а) подготовка страны к войне, этапы войны;

б) крупнейшие сражения, партизанское движение, работа тыла;

в) СССР и союзники во Второй мировой войне;

г) итоги войны, цена Великой победы.

11. СССР в послевоенный период

12. Социально-экономическое и общественно-политическое развитие СССР в 1946–1953 гг.

13.Успехи и противоречия социально-экономического и внешне-политического развития страны под руководством Н. С. Хрущева

14. Советское общество в эпоху «застоя» в период руководства Л.И. Брежнева

15. СССР в середине 1980-1990 гг.

а) Экономические преобразования в стране. Политика «ускорения». «Перестройка» в СССР.

б) Концепция «Нового политического мышления» и ее претворение в жизнь.

в) Реформирование политической системы. Распад СССР.

Тема 10. Россия и мир в начале XXI в.

1. Геополитические последствия распада СССР. Провозглашение суверенитета Российской Федерации. 2.Формирование новой государственности. Конституция 1993 г.

3. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.

4. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации. Россия и мир на рубеже XX– XXI.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

История
Исторический факт
Исторический источник
Интерпретация
Этнос
Менталитет
Государство
Цивилизация
Формация
Классы
Прогресс
Регресс
Общественно-экономическая формация
Геополитика

Тема 2. Славянский этногенез. Образование государства у восточных славян

Великое переселение народов
Этногенез
Военная демократия
Язычество
Полюдье
Повоз
Погосты и уроки
Феодализм
Варяги
Вервь
Вече
Племенной союз
Государство
Князь
Русь
Волхвы
Анты и венеды
Отроки
Смерды
Закупы
Рядовичи
Холопы

Тема 3. Киевская Русь

«Русская правда»
Вотчина
Боярская дума
Децентрализация
Уделы
Централизация
Поместье
Воевода
Ремесло
Феодализм
Феодальные отношения
Усложнение социальной структуры
Культура народная, культура религиозная
Фольклор
Храм
Икона фреска
Летописание
Эволюция государственности
Хазары, половцы, печенеги

Тема 4. Русь в эпоху феодальной раздробленности

Великий князь
Княжеский двор
Дружина
Междоусобные войны
Феодальная раздробленность
Феодальные центры
Боярская республика
Посадник
Тысяцкий
Сепаратизм
Последствия раздробленности
Держава Чингисхана
Золотая Орда
Монголо-татарское нашествие
Баскак
Выход
Подушная подать
Монголо-татарское иго
Ярлык
Проблема взаимовлияния
Вторжения с северо-запада
Ливонский орден

Рыцари

Тема 5. Складывание Московского государства в XIV - XVI вв. (XIV – начало XVI вв.)

Централизация
Приказы
Поместье
Дворяне
Местничество
Кормление
Крепостное право
Боярская дума
Натуральное хозяйство
Судебник
Государев дворец
Государева казна
Государственные символы
«Москва – третий Рим»
Сословно-представительная монархия
Земский собор
Митрополит
Крепостное право
Венчание на царство
Избранная рада
Реформа
Приказы
Стрелецкое войско
Стоглав
Опричнина
Губные избы
Династический кризис

Тема 6. Российское государство в XVII в.

Смутное время
Интервенция
Крестьянская война
Семибоярщина
Самозванство
Народное ополчение
Сословно-представительная монархия
Патриарх
«Бунташный век»
Тягло
Урочные и заповедные лета

Мануфактуры
Юридическое закрепощение крестьян
Личная зависимость
Внеэкономическая эксплуатация
Стрельцы
Казаки
Полки нового строя
Раскол в Русской православной церкви
Старообрядчество
Ярмарка
Абсолютная монархия

Тема 7. Россия в XVIII в.

Абсолютизм
Империя
Регулярная армия
Синод
Сенат
Министерства
Коллегии
«Великое посольство»
Подушная подать
Табель о рангах
Рекруты
Ассамблеи
Кунсткамера
Протекционизм
Меркантилизм
Государственная монополия
Дворцовые перевороты
Гвардия
Верховный Тайный совет
Кондиции
«Бироновщина»
Просвещенный абсолютизм
Уложенная комиссия
Жалованная грамота
Приписные крестьяне
Обер-прокурор
Господствующее сословие
Податные сословия
Крестьянская война

Тема 8. Россия в XIX в.

Либеральные реформы
Конституционализм
Негласный комитет
Государственный Совет
Отечественная война
Конституция
Монархия
Крестьянский вопрос
Либерализм
Аракчеевщина
Реакция
Консерватизм
Общественное движение
Декабристы
Западники
Славянофилы
Теория «официальной народности»
Восточный вопрос
Бюрократизация
Кодификация
Финансовая реформа Е.Ф. Канкрина
Буржуазия
Капитализм
Рабочий класс
Промышленный переворот
Крестьянская реформа
Выкупные платежи
Временно-обязанные крестьяне
Уставные грамоты
Крестьянская община
Народничество, радикализм
Рабочее движение
Марксизм
Социал-демократия
Контрреформы
Легитимность
Выкупная сделка
Мировой суд
Земство
Всесословная воинская повинность
Буржуазия, пролетариат
Индустриализация и модернизация
Союз трех императоров

Тема 9. Россия в XX веке.

Монополия
Промышленный подъем
Депрессия
Модернизация
Революция
Манифест
Конституционная монархия
Политическая партия
Государственная Дума
Прогрессивный блок
Революционные партии
Антанта
Тройственный союз
Аграрная реформа
Отруб, хутор
Советы
Большевики, меньшевики
Временное правительство
Республика
Двоевластие
Учредительное собрание
Первая Мировая война
Совет народных комиссаров
Красная Армия
Белое движение
Гражданская война
Сепаратный мирный договор
Иностранная интервенция
Мировая революция
Декреты
Военный коммунизм
Продразверстка
Авторитаризм
Тоталитаризм
Коминтерн
Новая экономическая политика
Продналог
Индустриализация
Коллективизация
Культурная революция
«Мюнхенский сговор»
Лига Наций
Коллективная безопасность

Вторая Мировая война
Пакт о ненападении
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного главнокомандования
Эвакуация
Антигитлеровская коалиция
Второй фронт
Коренной перелом
Партизанское движение, подпольное движение
Сопротивление
Фашизм, японский милитаризм
Ленд-лиз
Капитуляция
ООН
НАТО, ОВД
Репрессии
Либерализация политического режима
Десталинизация
Денежная реформа
Мировая социалистическая система
«Оттепель»
ГУЛАГ
Реабилитация
«Холодная война»
Совхоз
Целина
Мелиорация
Спутник
Освоение космоса
Паритет
Правозащитное движение
Диссиденты
Развитой социализм
Герантократия
Разрядка
«Теневая экономика»
Концепция развитого социализма
Разрядка международной напряженности
Стабильность кадров
Реформа хозяйственного механизма
Экстенсивный путь развития
Страны социалистической ориентации
Перестройка
Гласность

«Новое политическое мышление»
Плюрализм
СНГ
Приватизация
Прибыль и рентабельность
Госприемка
«шоковая терапия»
Ваучер
Распад СССР
Многопартийность
Возрождение парламентаризма
Рыночная экономика
Борьба с экстремизмом и терроризмом
Дефолт
Стабилизация
Финансовый кризис
Содружество Независимых государств

Тема 10. Россия и мир в начале XXI в.

Правовое государство
Гражданское общество
Рыночная экономика
Дефолт
Вертикаль власти
Олигархи
Глобализация
Совет Федерация
Государственная Дума
Совет Европы
ВТО

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный,

кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель –

познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает досконального освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное,

составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «*История России*» выступает *анализ исторического документа.*

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?

3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).

3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).

4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.

5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.

- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА ЭССЕ

Эссе - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе − личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

Особенности эссе:

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

Эссе должно иметь следующую структуру:

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

Требования, предъявляемые к эссе:

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.

2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку¬ зрения, мнение, логику рассуждения.
- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.
- Риторические вопросы.
- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;
- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;
- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;
- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;
- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;
- распределите подобранные аргументы в последовательности;
- придумайте вступление к рассуждению;

- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;
- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

Требования к оформлению:

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер - 14, расстояние между строк - интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля – 30 мм (слева), 20 мм (снизу), 20 мм (сверху), 20 мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Критерии оценивания эссе:

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

- ***Письменный опрос***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе.

- ***Устный опрос***

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с

пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*История России*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*История России*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.О.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

Автор: Железникова А.В.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Управления персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А.	Осипов П.А .
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специальности 21.05.04 Горное дело при организации самостоятельной работы по дисциплине «История России» в рамках подготовки и защиты контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы, требования к ее оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

Контрольная работа является одной из форм текущего контроля знаний студентов. Контрольная работа – это индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания. Контрольная работа представляет собой самостоятельный труд студента, который способствует углубленному изучению материала**.** Целью выполнения контрольной работы является:

- формирование специальных знаний по выбранной теме;
- углубленное изучение освоенного материала по дисциплине.

Основные задачи контрольной работы:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка навыков самостоятельной работы;

3) выяснение подготовленности студента к будущей практической работе;

4) приобретение, систематизация и расширение знаний;

5) формирование умений и навыков работы с монографической и другой научной литературой, а также нормативными документами;

6) развитие умения правильно формулировать и раскрывать теоретические положения, аргументировать самостоятельные выводы и предложения на основе сопоставления различных мнений и взглядов;

7) овладение терминологией.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы, требования к ее оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Выполнение контрольной работы по дисциплине «История России» призвано стимулировать самостоятельную работу студентов; оно направлено на формирование знаний основных категорий, развитие навыков логического мышления.

Контрольная работа должна быть оформлена следующим образом. На титульном листе необходимо указать название университета (ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»), название кафедры (кафедра Управление персоналом), название дисциплины («История России»), по которой выполняется работа, фамилию и инициалы имени и отчества студента, фамилию и инициалы преподавателя. Титульный лист работы оформляется студентом по образцу, данному в приложении.

Положительная оценка по контрольной работе ставится в случае, если задание по работе выполнено в полном объеме, правильно. При этом, обучающийся показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений в рамках усвоенного учебного материала, ответил на все дополнительные вопросы на защите.

Студент, не получивший оценку по контрольной работе, не может быть допущен к зачету по дисциплине «История России».

Работа должна включать титульный лист, оглавление, введение, основную часть, состоящую из нескольких разделов или параграфов, заключение, список источников и литературы.

Во **«введении»** необходимо кратко раскрыть значение и актуальность изучаемого вопроса (темы), назвать основные задачи работы, ее хронологические рамки, обосновать структуру, дать краткий обзор источников и литературы по теме.

Обзор источников и литературы не должен сводиться к перечислению использованного автором нормативного материала и опубликованных статей. В нем следует дать анализ источников и литературы.

Основная часть контрольной работы должна быть изложена в соответствии с планом, освещать состояние и содержать анализ рассматриваемых вопросов с учетом современного уровня развития теоретических знаний и опыта практической работы организаций.

При раскрытии той или иной темы студент должен стремиться подробно и глубоко изложить круг вопросов, входящих в нее. По мере рассмотрения материала отдельные положения контрольной работы следует иллюстрировать примерами из литературы и, по возможности, из практики работы конкретных архивов с обязательными ссылками на литературу и источники.

В **заключении** контрольной работы необходимо подвести итоги теоретической и практической разработки вопросов.

Список источников и литературы представляет собой перечень использованных работ по теме, в котором указываются фамилии и инициалы автора (авторов), название работы, место, время ее опубликования и страницы.

1. Оформление контрольной работы

Перед тем, как рассмотреть оформление заголовков, отметим, что работа обычно печатается 14-м размером шрифта Times New Roman (это не регламентируется ГОСТом, однако используется в большинстве отечественных высших учебных заведений). Общепринятый междустрочный интервал – 1,5. На каждой странице должны присутствовать стандартные поля (сверху и снизу – по 2 см, слева – 3 см, справа – 1 см). Объем контрольной работы-15-20 страниц машинописного текста.

Работа нумеруется с помощью арабских цифр, начиная со страницы введения. Она в общей структуре следует под номером «3».

Основные правила оформления такие:

1. заголовки выравниваются по центру или по правому краю (этот момент выясняют у научного руководителя или в методичке);
2. названия структурных элементов (ОГЛАВЛЕНИЕ, ЗАДАНИЕ 1, ЗАДАНИЕ 2, ЗАКЛЮЧЕНИЕ) прописываются заглавными буквами;
3. используется тот же размер шрифта, что и для основного текста (по умолчанию – 14);
4. заголовки выделяют полужирным начертанием;
5. между заголовком и текстом оставляют две пустые строчки;
6. переносы, авторские сокращения, точки в конце заголовков не используются;
7. новые разделы и подразделы начинаются с чистого листа.

Каждый новый раздел основной части начинается с новой страницы. Это же правило относится и к другим структурным частям работы: введению, заключению, списку источников и литературы, приложениям.

Расстояние между заголовком и последующим текстом, а также расстояние между заголовком главы и параграфа должно быть равно одному межстрочному интервалу. Расстояние между последней строкой предыдущего параграфа и названием следующего параграфа – два межстрочных интервала. Точку в конце заголовка, расположенного в середине строки, не ставят. Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовке нельзя.

Нумерация страниц проставляется арабскими цифрами, в центре нижней части листа без точки, начиная с третьей страницы. На титульном листе и содержании номера страниц не ставятся. Необходимо соблюдать сквозную нумерацию во всей работе. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включаются в общую нумерацию.

Иллюстрации. Часть информации, содержащейся в курсовой работе, оформляется в виде иллюстраций (чертежи, схемы, графики, таблицы, фотоматериалы). Они могут располагаться в тексте или помещаться в приложении. Но в любом случае на каждую иллюстрацию в тексте должны быть ссылки. Иллюстрации, расположенные в тексте, имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Причем, отдельно нумеруются рисунки, отдельно таблицы. Иллюстрации, расположенные в приложениях, располагаются под номерами приложений. Ссылки на них в тексте предполагают обращение к соответствующим приложениям

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Порядок защиты контрольной работы.

1.Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.

2.Ответы студента на вопросы преподавателя.

Советы обучающемуся:

- Вступление должно быть кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант 1. Тема: Древняя Русь

План

1. Проблема этногенеза восточных славян.
2. Восточные славяне в древности: общинные традиции и порядки.

3. Языческая культура древних славян.

Вариант 2. Тема: Киевская Русь

План

1.Политическое устройство Киевской Руси.

2. Первые русские князья.

2.Социально-экономическое развитие.

3.Культура Древнерусского государства.

Вариант 3. Тема: Крещение Руси

План

1.Языческая реформа князя Владимира.

2.Принятие православного христианства.

3.Развитие культуры и искусства под влиянием новой религии.

4.Роль церкви в общественной и государственной жизни страны.

Вариант 4. Тема: Объединение русских земель и образование Московского государства (XIV–XV вв.)

План

1.Предпосылки и начало объединения русских земель вокруг Москвы.

2.Борьба Великого московского князя с удельными князьями.

3.Образование российского централизованного государства. Иван III. Василий III.

Вариант 5. Тема: Иван Грозный. Попытки централизации государства

План

1.Реформы 1549–1560 гг.: причины, содержание, результаты.

2.Опричнина: истоки, содержание, последствия.

3.Место Ивана Грозного в российской истории.

Вариант 6. Тема: Смутное время в России

План

1. Смутное время, его причины, сущность и проявления.

2. Проблемы исторического выбора в период Смуты, возможные альтернативы развития.

3. Национально-патриотический подъем в начале XVII века. Земское ополчение.

4. Возникновение новой династии: исторический выбор.

Вариант 7. Тема: Церковная реформа середины XVII в.

План

1. Церковная реформа патриарха Никона.

2. Раскол и возникновение старообрядчества.

3. Последствия церковной реформы для духовной жизни и культурного развития страны.

Вариант 8. Тема: Реформы Петра I

1. Предпосылки преобразований Петра I.

2. Петровские реформы: содержание и характеристика.

3. Методы проведения реформ, их результаты и цена

Вариант 9. Тема: Внешняя политика российской империи во второй половине XVIII в.

План

1. Русско-турецкие войны.

2. Разделы Польши.
3. Значение присоединения новых территорий.
4. Выдающиеся полководцы XVIII века.

Вариант 10. Тема: Проблема эволюции и революции в истории России
План
1. Реформы и реформаторы в России.
2. Попытки либеральных реформ при Александре I.
3. Декабристы.
4. Буржуазно-демократические реформы Александра II и их последствия.
5. Общественная мысль и движение народников.

Вариант 11. Тема: Великие реформы Александра II
План
1.Предпосылки и подготовка реформ.
2.Содержание реформ 60-70-х гг.:
а) манифест и "Положения 19 февраля" 1861 г.;
б) земская и городская реформа;
в) судебная реформа;
г) военная реформа;
д) реформа в области просвещения.

Вариант 12. Тема: Общественно-политические движения XIX века в России
План
1. Общественное движение начала XIX века. Декабристы.
2. Общественное движение середины XIX века. Славянофилы. Западники. Либеральное направление.
3. Развитие общественно-политических сил в середине XIX в. народничество.
3. Проникновение марксизма в Россию.

Вариант 13. Тема: Россия в условиях первой мировой войны и общенационального кризиса
План:
1. Начало, причины, характер и масштабы первой мировой войны.
2. Цели вступления России в мировую войну. Отношение к войне классов и партий России.
3. Последствия войны для России.

Вариант 14. Тема: От реформ к революциям
План
1. Российские реформы в контексте общемирового развития.
2. Революция 1905-1907 гг. и ее итоги.
3. Социальная трансформация общества.
4. Реформы П.А. Столыпина
5. Россия в условиях первой мировой войны и общенационального кризиса.
6. Революция 1917 года: от февраля к октябрю: результаты и последствия

Вариант 15. Тема: Гражданская война в России
План
1.Причины и начало гражданской войны.
2.Характеристика основных противоборствующих сил:
а) «демократическая контрреволюция»;

б) антисоветские силы;
в) стратегия и тактика большевиков.
3. Завершение гражданской войны, ее итоги и уроки.

Вариант 16. Тема: Образование СССР
План:
1. Образование самостоятельных Советских республик и отношения между ними (1918-1922 гг.).
2.Причины, предпосылки и процесс образования СССР. Дискуссия по вопросу о форме союзного государства.
3. I Всесоюзный съезд Советов.
4. Конституции СССР.

Вариант 17. Тема: Поиски моделей советского общества
План
1. «Военный коммунизм» как модель советского общества.
2. Новая экономическая политика.
3. Формирование однопартийной системы.
4. Курс на строительство коммунизма в одной стране.
5. Формирование культа личности Сталина.

Вариант 18. Тема: Политическая система советского общества
План
1.Формирование политической системы СССР в 20-30-е гг. Становление режима личной власти Сталина.
2.Политика репрессий. Политические процессы 30-х гг.
3.Попытки сопротивления сталинскому режиму и их последствия.

Вариант 19. Тема: СССР в годы Второй мировой и Великой Отечественной войны. 1939–1945 гг.
План
1. Причины и основные этапы второй мировой и Великой Отечественной войны.
2. Антигитлеровская коалиция: взаимодействие и противоречия.
3. Итоги и уроки мировой войн

Вариант 20. Тема: Советское общество: либеральные реформы и консервативные тенденции. 1953–1985 гг.
План
1. Смерть Сталина и борьба за власть. Начало десталинизации общества.
2. Реформы Н. С. Хрущева: планы, противоречия, итоги.
3. Политическое, социально-экономическое и духовно-нравственное развитие страны: конец 60-х-начало 80-х гг.

Вариант 21. Тема: Основные тенденции государственно-политического и общественного развития СССР в 1985–1993 гг.
План
1. Попытки совершенствования социализма. Перестройка: расчеты и просчеты.
2. Кризис власти. Августовские события 1991 г. и конец перестройки.
3. Формирование государственно-политической системы Российской Федерации. Становление гражданского общества.

Вариант 22. Тема: Русская культура (X-XIII вв., XVIII в., «Золотого века», «Серебряного века», советского периода (на выбор)

План

1. Основные направления и жанры.
2. Искусство и литература как отражение жизни общества.
3. Традиции и новаторство в культуре.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Проверяемая компетенция: УК-5

Знать:

- основные категории и понятия, относящиеся к исторической проблематике;
- актуальные события, тенденции, факторы, этапы и закономерности истории России;
- место и роль России в мировой истории в контексте различных направлений современной историографии;
- основные теории и концепции по истории России;
- социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия общества;

Уметь:

- толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества;
- интерпретировать прошлое с позиций настоящего без опоры на оценочные суждения;
- осмысливать общественное развитие в более широких рамках, видеть его более интерактивным и эволюционным в социальном смысле и не загонять его в идеологически детерминированную последовательность событий;
- извлекать из прошлого российской истории практические уроки для применения полученных знаний в профессиональной деятельности;
- анализировать и оценивать исторические события и процессы в их динамике и взаимосвязи.
- демонстрировать уважение к людям и проявлять толерантность к другой культуре, готовность к поддержанию партнерских отношений;

Владеть:

- навыками толерантного восприятия межкультурного разнообразия общества;
- навыками анализа исторических источников и исторической литературы, а также умением ведения дискуссии по проблемам исторического прошлого;
- способностью к социальному взаимодействию на основе принятых моральных и правовых норм, социальных стандартов;
- знанием базовых ценностей мировой культуры, готовностью опираться на них в своем личном и общекультурном развитии;
- способностью самостоятельно осуществлять исследовательскую деятельность использованием современных информационно-коммуникационных технологий.

Критерии оценивания:

- многоаспектность анализа проблемы,
- умение применять теоретические знания к реальной ситуации задания (наличие иллюстративных примеров),
- наличие выводов,
- соответствие требованиям оформления,
- соблюдение норм литературной речи, грамотность, владение профессиональной терминологией

Правила оценивания:

Первый показатель – 3 балла, последний – 1 балл, остальные показатели – по 2 балла.

Критерии оценки:

5-10 баллов (50-100%) – «зачтено»;

0-4 баллов (0-49%) - оценка «не зачтено».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контрольная работа, как одна из форм, способствующих успешному контролю учебного процесса, **открывает для студента возможность** проявить умение выполнять самостоятельную работу по сбору и анализу материала, научиться делать грамотные выводы, развить умение работать со специальными литературными источниками, научиться критически подходить к их осмыслению и сравнению с уже имеющимися у него знаниями. Также студент, **создавая контрольную работу**, учится грамотно и прилежно оформлять собственный труд. Таким образом, студент, используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) добросовестное выполнение заданий;

2) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

3) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

4) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

5) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *специалистов горного дела.*

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы (реферата)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Инженерно-экономический факультет

Кафедра управления персоналом

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине
«История России»

ВАРИАНТ 1

Руководитель:
Железникова А.В.
Студент гр. РРМ-22
Артёмова Елена Юрьевна

Екатеринбург – 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Управление персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
к.ф.н., доц. Ветошкина Т. А.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	4
2	Методические указания по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	9
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	10
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	11
	Заключение	14
	Список использованных источников	15

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа обучающихся может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью обучающихся по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется обучающимися инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует обучающимся источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы обучающихся, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы обучающихся является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы обучающихся включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентовonline и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что обучающимся предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление обучающихся с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление обучающихся с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа обучающихся; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия,

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана обучающимися.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если обучающиеся при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированному заданию и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед обучающимися вопросы, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают обучающимся вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым обучающимся минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у обучающихся коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда обучающиеся обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность обучающихся к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в

качестве важнейшего средства развития творческой активности обучающихся. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности обучающихся. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т. п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т. д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет обучающимся более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий обучающихся, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других обучающихся;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим метода

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех обучающихся).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, обучающийся должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом обучающимся надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у обучающихся была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной

дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т. д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях

напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;

- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
Б1.О.04 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрены на заседании кафедры иностранных языков и деловой коммуникации (ИЯДК)
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 06.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..……..4
Содержание контрольной работы…….....4
Выполнение работы над ошибками……...…8
Критерии оценивания контрольной работы ……9
Образец титульного листа ……..…10

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и достижение уровня иноязычной коммуникативной компетенции достаточного для общения в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах, а также для дальнейшего самообразования.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

универсальные:

- Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4).

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- владение иностранным языком как средством коммуникации в социально-бытовой, культурной и профессиональной сферах;
- развитие когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;
- развитие информационной культуры;
- расширение кругозора и повышение общей гуманитарной культуры студентов;
- воспитание толерантности и уважения к духовным ценностям разных стран и народов.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности *21.05.04 Горное дело.*

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.О.04 Иностранный язык. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- особенности фонетического строя иностранного языка;
- лексические единицы социально-бытовой и академической тематики, основы терминосистемы соответствующего направления подготовки;
- основные правила грамматической системы иностранного языка;
- особенности построения устных высказываний и письменных текстов разных стилей речи;
- правила речевого этикета в соответствии с ситуациями межличностного и межкультурного общения в социально-бытовой, академической и деловой сферах;
- основную страноведческую информацию о странах изучаемого языка;
- лексико-грамматические явления иностранного языка профессиональной сферы для решения задач профессиональной деятельности;

Уметь:

- вести диалог/полилог и строить монологическое высказывание в пределах изученных тем;
- понимать на слух иноязычные тексты монологического и диалогического характера с различной степенью понимания в зависимости от коммуникативной задачи;
- читать аутентичные тексты прагматического, публицистического, художественного и научного характера с целью получения значимой информации;
- передавать основное содержание прослушанного/прочитанного текста;
- записывать тезисы устного сообщения, писать эссе по изученной тематике, составлять аннотации текстов, вести личную и деловую переписку;
- использовать компенсаторные умения в процессе общения на иностранном языке;
- пользоваться иностранным языком в устной и письменной формах, как средством

профессионального общения;

Владеть:

- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;
- навыками выполнения проектных заданий на иностранном языке в соответствии с уровнем языковой подготовки;
- умением применять полученные знания иностранного языка в своей будущей профессиональной деятельности.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольные задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, номер контрольной работы и фамилия преподавателя, у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Контрольные задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в контрольной работе.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если контрольная работа выполнена без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «Иностранный язык (английский)» представлено три варианта контрольной работы.

Номер варианта контрольной работы определяется для студентов в соответствии с начальными буквами их фамилий в алфавитном порядке. Например, студенты, у которых фамилии начинаются с букв А, выполняют контрольную работу № 1 и т.д. (см. таблицу №1).

Таблица №1

начальная буква фамилии студента	***№ варианта контрольной работы***
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ	№1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э, Я	№2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	№3

Содержание контрольной работы

Контрольная работа проводится по теме *1. Бытовая сфера общения (Я и моя семья)* и *теме 2. Учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование)* и направлена на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Контрольная работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №2:

Таблица №2

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435
Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Вариант №1

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced; **B. gets along well with;** C. gets married;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Заполните пропуски местоимениями some, any, no или их производными.

Пример: A: Is ***anything*** the matter with Dawn? She looks upset.

B: She had an argument with her friend today.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «неопределённые местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски личными местоимениями (I, we, you, he, she, it, they, me, us, him, her, them).

Пример: My teacher is very nice. I like … . – I like **him**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «личные и притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках, обращая при этом внимание на использованные в предложениях маркеры.

Пример: Every morning George **eats** (to eat) cereals, and his wife only **drinks** (to drink) a cup of coffee.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Paul was tired when he got home. – ***Was Paul tired when he got home? Yes, he was.***

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант №2

Задание 1. Заполните пропуск, выбрав один вариант ответа.

Пример: A British university year is divided into three _____.

1) conferences; 2) sessions; **3) terms**; 4) periods;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Выберите правильную форму глагола.

Пример: A: I have a Physics exam tomorrow.

B: Oh dear. Physics **is**/are a very difficult subject.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя существительное, функции и спряжение глаголов to be и to have».

Задание 3. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Continuous, Past Continuous или Future Continuous.

Пример: I **shall be studying** (study) Japanese online from 5 till 6 tomorrow evening.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 4. Составьте вопросы к словам, выделенным жирным шрифтом.

Пример: **The Petersons** have bought a dog. – *Who has bought a dog?*

The Petersons have bought **a dog. –** *What have the Petersons bought?*

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Задание 5. Подчеркните правильный вариант ответа.

Пример: A: You haven't seen my bag anywhere, haven't you/**have you**?

B: No. You didn't leave it in the car, **did you**/didn't you?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

Контрольная работа
Вариант № 3

Задание 1. Заполните пропуски, выбрав один вариант ответа.

Пример: The University accepts around 2000 new ____ every year.

1) students; 2) teachers; 3) pupils; 4) groups;

Задание 1 направлено на проверку сформированности лексического навыка в рамках заданных тем.

Задание 2. Поставьте в предложения подходящие по смыслу фразы:

as red as a beet (свекла), as slow as a turtle, as sweet as honey, as busy as a bee, as clumsy as a bear (неуклюжий), as black as coal, as cold as ice, as slippery as an eel (изворотливый как угорь), as free as a bird, as smooth as silk (гладкий)

Пример: Your friend is so unemotional, he is **as cold as ice**.

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «имя прилагательное и наречие».

Задание 3. Переведите следующие предложения на английский язык.

Пример: Это самая ценная картина в Русском музее. **This is the most valuable picture in Russian Museum.**

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «степени сравнения имени прилагательного и наречий».

Задание 4. Раскройте скобки, употребив глагол в форме Present Perfect, Past Perfect или Future Perfect.

Пример: Sam **has lost** (lose) his keys. So he can't open the door.

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «образование видовременных форм глагола в активном залоге».

Задание 5. Задайте вопросы к предложениям.

Пример: There are two books. The one on the table is Sue's.

a) 'Which *book is Sue's*?' 'The one on the table.'

b) 'Whose *book is on the table*?' 'Sue's.'

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «порядок слов в вопросительном предложении».

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях, выбрав один ответ.

Пример: Mein Bruder ... Arzt geworden

A. hat; **B. ist**; C. wird;

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Пассивный залог».

Задание 2. Вставьте подходящее вопросительное слово.

Пример: **Was** machen Sie am Wochenende?

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Вопросительные местоимения».

Задание 3. Заполните пропуски возвратными местоимениями в нужной форме.

Пример: Wo wohnen d**eine** Eltern?

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Притяжательные местоимения».

Задание 4. Поставьте в правильную форму глагол, представленный в скобках.

Пример: **Kannst** du mir bitte die Marmelade geben? (können)

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Модальные глаголы».

Задание 5. Составьте вопросительные предложения и дайте краткие ответы на них.

Пример: Sie wohnen in Berlin.

Ответ: Wo wohnen Sie? Wer wohnt in Berlin?

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по

теме «Вопросительные предложения».

ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК

Задание 1. Заполните пропуски в предложениях следующими предлогами: de, à, chez, dans, pour, depuis. vers, avec, devant. en.

Пример: **Monsieur Dupont est en mission**.

Задание 1 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Предлоги».

Задание 2. Заполните пропуски**, **выберите правильно указательное прилагательное:

Пример: **Peux-tu me passer ces dictionnaires?**

Задание 2 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Указательные прилагательные».

Задание 3. Поставьте нужный артикль или предлог там, где это необходимо:

Пример: **C'est la salle des études**.

Задание 3 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Употребление слитного артикля».

Задание 4. Выберите правильную форму глагола:

Пример: **Tous les matins, il s'est levé à 7 heures depuis un an.**

Задание 4 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Спряжение глаголов 1,2,3 группы в Présent».

Задание 5. Ответьте на следующие вопросы:

Пример: **Où passez-vous vos vacances d'été? - Je les passe en Crimée.**

Задание 5 направлено на проверку сформированности грамматического навыка по теме «Личные местоимения le, la, les».

Проблемные и сложные вопросы, возникающие в процессе изучения курса и выполнения контрольной работы, необходимо решать с преподавателем на консультациях.

Выполнению контрольной работы должно предшествовать самостоятельное изучение студентом рекомендованной литературы.

Студент получает проверенную контрольную работу с исправлениями в тексте и замечаниями. В конце работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Работа с оценкой «неудовлетворительно» должна быть доработана и представлена на повторную проверку.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенной контрольной работы необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы. Контрольные работы являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

Критерии оценивания контрольной работы

Оценка за контрольную работу определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

40-44 балла (90-100%) - оценка «отлично»;

31-39 балла (70-89%) - оценка «хорошо»;

22-30 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»;

0-21 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Образец оформления титульного листа



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация №9
Горные машины и оборудование

формы обучения: очная

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа ГМО-18

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к.т.н, доцент

Екатеринбург
2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Уноров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.04 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрены на заседании кафедры иностранных языков и деловой коммуникации (ИЯДК)
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 06.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям……... 3
1.1 Повторение материала практических занятий……..... 3
1.2 Чтение и перевод учебных текстов……. 42
1.3 Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций) ..……..... 60
1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения) ……. 73
1.5 Подготовка к контрольной работе 73

II. Другие виды самостоятельной работы……. 73
2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания:
2.1.1 Подготовка к ролевой игре…….. 73
2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию ……. 74
2.1.3 Подготовка к опросу …… 75
2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного……. 75
2.3 Подготовка доклада…….. 94
2.4 Подготовка к тесту……..... 95
2.5 Подготовка к экзамену…….. 99

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям

1. Повторение материала практических занятий

Практические занятия направлены на развитие умений иноязычного говорения в рамках заданных РПД тем: бытовая сфера общения (Я и моя семья); учебно-познавательная сфера общения (Я и мое образование); социально-культурная сфера общения (Я и моя страна. Я и мир); профессиональная сфера общения (Я и моя будущая специальность).

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My family

My name is Vladimir Petrov. I am … years old. I was born in 19… in Nizhniy Tagil. I went to school when I was 7. In 20… I finished school number 10 in Ekaterinburg. This year I entered the Ural State Mining University. In five years I shall graduate from this University.

I live in the center of Ekaterinburg. I work at the Ministry of Foreign Trade. I'm an engineer & I am also a student. Many engineers in our Ministry learn foreign languages.

My family is not large. I have a wife & two children. My wife's name is Ann & children's names are Nick & Natalie.

My wife is an economist. My wife is a young woman. She is twenty – nine years old. She works at the Ministry of Foreign Trade, too. She goes to the office every day. My wife doesn't learn English. She already knows English very well. She reads many English books, magazines & newspapers. My wife is also a student. She learns German. She likes languages very much & is going to learn French next year.

My daughter is a girl of ten. She goes to school. She has a lot of subjects at school. She also learns English. She also helps her mother at home.

My son is a little boy. He was born five years ago. I take him to the kindergarten every morning.

My parents are not old. My father is 53. He is an engineer. He graduated from The Ural Polytechnical Institute. He works at a big plant. My mother is 51. She is a teacher. She teaches Russian at school. She graduated from the Leningrad Teachers' Training University.

My sister's name is Katya. She works at an office. Besides she studies at an Evening Department. She is married. Her husband is a doctor. He works at a hospital. They have a little son. He is only six months old.

My elder brother, Boris by name, does not stay with us. He lives in Gorky in a large two-roomed flat. He is a designer. He has also a family of his own. He has a wife & two children: a boy & a girl. Their son is already a pupil. My brother & his family often come to see us. We also visit them sometimes.

I also have a grandfather & a grandmother. They are pensioners. My grandmother looks after the house & does the cooking. We usually take our children to the country in summer to stay with their grandparents. They love their grandchildren very much.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My student's life

I'm a student of The Ural State Mining University. I have been a student only one month. I can't speak English very well yet. I am just a beginner. I live in a hostel. It is rather a long way from the University. In fact, it takes me about an hour to get to the University. But it gives me no trouble at all, as I like to get up early. I don't need an alarm-clock to wake me up. I am an early - riser.

Though the hostel is far from the University it is very comfortable & has all modern conveniences.

As a rule I get up at 6.30, do morning exercises & have shower. I don't have a bath in the morning; I have a bath before I go to bed.

For breakfast I have a boiled egg & a cup of coffee in order not to waste the time. At about 7.30 I am quite ready to go. It is about 5 minutes walk from the hostel to the stop. I usually take the 7.40. bus. I walk to the stop as I have plenty of time to catch my bus.

I come to the University 5 minutes before the lesson begins. So I can have a chat with my friends. The majority of my group mates are from Ekaterinburg the others either come from different towns of our country. We usually have a lot of things to talk about.

We don't go out to the lunch. There is a good canteen at the University. It is on the ground floor. But I should say that you have to stand in a queue to have lunch.

I come to the hostel from the University at about 3 o'clock. I live in a single room & have nobody to speak with. In the evening I sometimes go out with my friends. We go to the cinema if there is something new or to the club if there is a dancing party there. But often I stay in, watch TV programs or listen to the music. Then I read a book for half an hour or so & go to sleep. That doesn't take me long, as a rule.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

Ekaterinburg – an Industrial Centre

Ekaterinburg is one of the leading industrial centres of Russia. There are over 200 industrial enterprises of all-Russia importance in it. The key industry is machine-building. The plants of our city produce walking excavators, electric motors, turbines, various equipment for industrial enterprises.

During the Great Patriotic War Sverdlovsk plants supplied the front with arms and munitions and delivered various machinery for restoration of Donbass collieries and industrial enterprises of the Ukraine.

The biggest plants of our city are the Urals Heavy Machine Building Plant (the Uralmash), the Urals Electrical Engineering Plant (Uralelectrotyazhmash), the Torbomotorny Works (TMZ), the Chemical Machinery Building Works (Chimmash), the Verkh Iset Metallurgical Works (VIZ) and many others.

The Urals Heavy Machinery Building Plant was built in the years of the first five-year plan period. It has begun to turn out production in 1933. The machines and equipment produced by the Uralmash have laid the foundation for the home iron and steel, mining and oil industries. The plant produces walking excavators and draglines, drilling rigs for boring super-deep holes, crushing and milling equipment for concentrators. The plant also produces rolling-mills, highly efficient equipment for blast furnaces, powerful hydraulic presses and other machines. The trade mark of the Uralmash is well-known all over the world.

The Electrical Engineering plant was put into operation in 1934. At the present time it is a great complex of heavy electrical machine-building. It produces powerful hydrogenerators, transformers, air and oil switches, rectifiers & other electrical equipment. Besides, it is one of the main producers of high-voltage machinery.

The Turbo-Motorny Works produces turbines & diesel motors for powerful trucks. The turbines manufactured by this plant are widely known not only in our country, but also abroad. The plant turned out its first turbines in 1941.

The Urals Chemical Works, the greatest plant in the country, produces machinery for the chemical industry. It also produces vacuum- filters used in different branches of oil industry.

The Verkh-Iset Metallurgical Works the oldest industrial enterprise in Ekaterinburg is now the chief producer of high grade transformer steel in the country.

Now complex mechanization & automation of production processes are being used at all industrial enterprises of Ekaterinburg. Its plants make great contribution to the development of our country's national economy.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (the UK) occupies most of the territory of the British Isles. It consists of four main parts: England, Scotland, Wales and Northern

Ireland. London is the capital of England. Edinburgh is the capital of Scotland, Cardiff— of Wales and Belfast — of Northern Ireland. The UK is a small country with an area of some 244,100 square kilometres. It occupies only 0.2 per cent of the world's land surface. It is washed by the Atlantic Ocean in the north-west, north and south-west and separated from Europe by the Severn, but the most important waterway is the Thames.

The climate is moderate and mild. But the weather is very changeable. The population of the United Kingdom is over 57 million people. Foreigners often call British people "English", but the Scots, the Irish and the Welsh do not consider themselves to be English. The English are Anglo-Saxon in origin, but the Welsh, the Scots and the Irish are Celts, descendants of the ancient people, who crossed over from Europe centuries before the Norman Invasion. It was this people, whom the Germanic Angles and Saxons conquered in the 5th and 6th centuries AD. These Germanic conquerors gave England its name — "Angle" land. They were conquered in their turn by the Norman French, when William the Conqueror of Normandy landed near Hastings in 1066. It was from the union of Norman conquerors and the defeated Anglo-Saxons that the English people and the English language were born. The official language of the United Kingdom is English. But in western Scotland some people still speak Gaelic, and in northern and central parts of Wales people often speak Welsh.

The UK is a highly developed industrial country. It is known as one of the world's largest producers and exporters of machinery, electronics, textile, aircraft, and navigation equipment. One of the chief industries of the country is shipbuilding.

The UK is a constitutional monarchy. In law, Head of the State is Queen. In practice, the country is ruled by the elected government with the Prime Minister at the head. The British Parliament consists of two chambers: the House of Lords and the House of Commons. There are three main political parties in Great Britain: the Labour, the Conservative and the Liberal parties. The flag of the United Kingdom, known as the Union Jack, is made up of three crosses. The big red cross is the cross of Saint George, the patron saint of England. The white cross is the cross of Saint Andrew, the patron saint of Scotland. The red diagonal cross is the cross of Saint Patrick, the patron saint of Ireland.

The United Kingdom has a long and exciting history and a lot of traditions and customs. The favorite topic of conversation is weather. The English like to drink tea at 5 o'clock. There are a lot of high daysin Great Britain. They celebrate Good Friday, Christmastide, Christmas, Valentine`s day and many others. It is considered this nation is the most conservative in Europe because people attach greater importance to traditions; they are proud of them and keep them up. The best examples are their money system, queen, their measures and weights. The English never throw away old things and don't like to have changes.

Great Britain is a country of strong attraction for tourists. There are both ancient and modern monuments. For example: Hadrian Wall and Stonehenge, York Cathedral and Durham castle. It is no doubt London is the most popular place for visiting because there are a lot of sightseeing like the Houses of Parliament, Buckingham Palace, London Bridge, St Paul's Cathedral, Westminster Abbey, the Tower of London. Also you can see the famous Tower Clock Big Ben which is considered to be the symbol of London. Big Ben strikes every quarter of an hour. You will definitely admire Buckingham Palace. It's the residence of the royal family. The capital is famous for its beautiful parks: Hyde Park, Regent's Park. The last one is the home of London Zoo.

Подготовьте устный рассказ по теме на основе предложенного:

My speciality is Geology

I am a first year student of the Ural State Mining University. I study at the geological faculty. The geological faculty trains geologic engineers in three specialities: mineral prospecting and exploration, hydrogeology and engineering geology, drilling technology.

Geology is the science which deals with the lithosphere of our planet. Geology studies the composition of the Earth's crust, its history, the origin of rocks, their distribution and many other problems.

That is why the science of geology is commonly divided into several branches, such as:

1. General Geology which deals with the composition arid the structure of the Earth and with various geological processes going on below the Earth's surface and on its surface.

2. Petrology which studies the rocks of the Earth.

3. Mineralogy which investigates the natural chemical compounds of the lithosphere.

4. Paleontology which deals with fossil remains of ancient animals and plants found in rocks.

5. Historic Geology which treats of the Earth's history.

6. Structural Geology which deals with the arrangement of rocks due to the Earth's movements.

7. Economic Geology which deals with occurrence, origin and distribution of mineral deposits valuable to man.

All these branches of geology are closely related to each other.

Geology is of great practical importance because .it supplies industry with all kinds of raw materials, such as ore, coal, oil, building materials, etc.

Geology deals with the vital problem of water supply. Besides, many engineering projects, such as tunnels, canals, dams, irrigation systems, bridges etc. need geological knowledge in choosing construction sites and materials.

The practical importance of geology has greatly increased nowadays. It is necessary to provide a rapid growth of prospecting mineral deposits, such as ores of iron, copper, lead, uranium and others, as well as water and fossil fuels (oil, gas and coal). They are badly needed for further development of all the branches of the national Economy of our country and for creating a powerful economic foundation of the society. The graduates of the geological faculty of the Ural State Mining University work all over the country in mines, geological teams and expeditions of the Urals, Siberia, Kasakhstan, in the North and Far East, etc. as well as abroad.

Very often geologists have to work under hard climatic and geological conditions. They must be courageous, strong and purposeful people, ready to overcome any hardships which nature has put in their way to its underground treasure-house.

Практические занятия направлены также на формирование грамматического навыка по темам: порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях, порядок слов в вопросительном предложении, безличные предложения, местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные), имя существительное, артикли (определенный, неопределенный, нулевой), функции и спряжение глаголов *to be* и *to have, о*борот *there+be,* имя прилагательное и наречие, степени сравнения, сравнительные конструкции, имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат), образование видовременных форм глагола в активном залоге.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице №1:

Таблица №1

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Порядок слов в повествовательном и побудительном предложениях	148	9
Порядок слов в вопросительном предложении	163-170	10, 24
Безличные предложения	149	440
Местоимения (указательные, личные, возвратно-усилительные, вопросительные, относительные, неопределенные)	41-55	101, 439
Имя существительное	66-78	435

Артикли (определенный, неопределенный, нулевой)	78-84	433
Функции и спряжение глаголов *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	105-107	100
Имя прилагательное и наречие	115	83
Степени сравнения, сравнительные конструкции	115-121	143
Имя числительное (количественные и порядковые; чтение дат)	261-271	-
Образование видовременных форм глагола в активном залоге	193-209	10, 36, 69

Повторите материал практических занятий!

Порядок слов в английском предложении

В русском языке, благодаря наличию падёжных окончаний, мы можем переставлять члены предложения, не меняя основного смысла высказывания. Например, предложения Студенты изучают эти планы и Эти планы изучают студенты совпадают по своему основному смыслу. Подлежащее в обоих случаях - студенты, хотя в первом предложении это слово стоит на первом месте, а во втором предложении - на последнем.

По-английски такие перестановки невозможны. Возьмём предложение The students study these plans Студенты изучают эти планы. Если подлежащее и дополнение поменяются местами, то получится бессмыслица: These plans study the students Эти планы изучают студентов. Произошло это потому, что слово plans, попав на первое место, стало подлежащим.

Английское предложение имеет твёрдый порядок слов.

Порядок слов в английском предложении показан в этой таблице:

I	**II**	**III Дополнение**			**IV Обстоятельство**
Подлежащее	**Сказуемое**	**Косвенное без предлога**	**Прямое**	**Косвенное с предлогом**	
We Мы	study изучаем		math математику		
He Он	gives дает	us нам	lessons уроки		in this room. в этой комнате
She Она	reads читает		her notes свои заметки	to Peter Петру	every day. каждый день

Вопросительное предложение

Общее правило построения вопросов в английском языке таково: Все вопросы (кроме специальных вопросов к подлежащему предложения) строятся путем инверсии. Инверсией называется нарушение обычного порядка слов в английском предложении, когда сказуемое следует за подлежащим.

В тех случаях, когда сказуемое предложения образовано без вспомогательных глаголов (в Present и Past Indefinite) используется вспомогательный глагол to do в требуемой форме - do/does/did.

Общие вопросы

Общий вопрос задается с целью получить подтверждение или отрицание высказанной в вопросе мысли. На общий вопрос обычно дается краткий ответ: "да" или "нет".

Для построения общего вопроса вспомогательный или модальный глагол, входящий в состав сказуемого, ставится в начале предложения перед подлежащим.

а) Примеры сказуемого с одним вспомогательным глаголом: Is he speaking to the teacher? - Он говорит с учителем?

б) Примеры сказуемого с несколькими вспомогательными глаголами:

You will be writing letters to us. – Ты будешь писать нам письма.
Will you be writing letters to us? – Будешь ли ты писать нам письма?
Примеры с модальными глаголами:
She can drive a car. – Она умеет водить машину.
Can she drive a car? - Она умеет водить машину? (Yes, she can.; No, she cannot)

Когда в составе сказуемого нет вспомогательного глагола (т.е. когда сказуемое выражено глаголом в Present или Past Indefinite), то перед подлежащим ставятся соответственно формы do / does или did; смысловой же глагол ставится в форме инфинитива без to (словарная форма) после подлежащего.

С появлением вспомогательного глагола do на него переходит вся грамматическая нагрузка - время, лицо, число: в Present Indefinite в 3-м лице ед. числа окончание -s, -es смыслового глагола переходит на глагол do, превращая его в does; а в Past Indefinite окончание прошедшего времени -ed переходит на do, превращая его в did.
Do you go to school? – Ходишь ли ты в школу?
Do you speak English well? - Ты хорошо говоришь по-английски?

Ответы на общие вопросы

Общий вопрос требует краткого ответа "да" или "нет", которые в английском языке образуются следующим образом:

а) Положительный состоит из слова Yes за которым (после запятой) идет подлежащее, выраженное личным местоимением в им. падеже (никогда не используется существительное) и тот вспомогательный или модальный глагол, который использовался в вопросе (вспомогательный глагол согласуется с местоимением ответа);

б) Отрицательный ответ состоит из слова No, личного местоимения и вспомогательного (или модального) глагола с последующей частицей not
Например: Are you a student? - Ты студент?
Yes, I am. - Да.; No, I am not. - Нет.
Do you know him? – Ты знаешь его?
Yes, I do. – Да (знаю).; No, I don't. – Нет (не знаю).

Специальные вопросы

Специальный вопрос начинается с вопросительного слова и задается с целью получения более подробной уточняющей информации. Вопросительное слово в специальном вопросе заменяет член предложения, к которому ставится вопрос.
Специальные вопросы могут начинаться словами:
who? – кто? whom? – кого? whose? - чей? what? – что? какой? which? – который?
when? – когда? where? – где? куда? why? – почему? how? – как?
how much? – сколько? how many? – сколько? how long? – как долго? сколько времени?
how often? – как часто?

Построение специальных вопросов:

1) Специальные вопросы ко всем членам предложения, кроме подлежащего (и его определения) строятся так же, как и общие вопросы – посредством инверсии, когда вспомогательный или модальный глагол ставится перед подлежащим.

Специальный вопрос (кроме вопроса к подлежащему) начинается с вопросительного слова или группы слов за которым следуют вспомогательный или модальный глагол, подлежащее и смысловой глагол (сохраняется структура общего вопроса).

Вопрос к прямому дополнению:
What are you reading? Что ты читаешь?
What do you want to show us? Что вы хотите показать нам?

Вопрос к обстоятельству

Обстоятельства бывают разного типа: времени, места, причины, условия, образа действия и др.

He will come back tomorrow. – Он вернется завтра.
When will he come back? – Когда он вернется?
What did he do it for? Зачем он это сделал?
Where are you from?

Вопрос к определению

Вопрос к определению начинается с вопросительных слов what какой, which (of) который (из), whose чей, how much сколько (с неисчисляемыми существительными), how many сколько (с исчисляемыми существительными). Они ставятся непосредственно перед определяемым существительным (или перед другим определением к этому существительному), а затем уже идет вспомогательный или модальный глагол.

What books do you like to read? Какие книги вы любите читать?
Which books will you take? Какие книги (из имеющихся) вы возьмете?

Вопрос к сказуемому

Вопрос к сказуемому является типовым ко всем предложениям: ”Что он (она, оно, они, это) делает (делал, будет делать)?”, например:
What does he do? Что он делает?

Специальные вопросы к подлежащему

Вопрос к подлежащему (как и к определению подлежащего) не требует изменения прямого порядка слов, характерного для повествовательного предложения. Просто подлежащее (со всеми его определениями) заменяется вопросительным местоимением, которое исполняет в вопросе роль подлежащего. Вопросы к подлежащему начинаются с вопросительных местоимений:

who – кто (для одушевленных существительных)
what - что (для неодушевленных существительных)
The teacher read an interesting story to the students yesterday.
Who read an interesting story to the students yesterday?

Сказуемое в таких вопросах (после who, what в роли подлежащего) всегда выражается глаголом в 3-м лице единственного числа (не забудьте про окончание -s в 3-м лице ед. числа в Present Indefinite. Правила образования -s форм см. здесь.):

Who is reading this book? Кто читает эту книгу?
Who goes to school?

Альтернативные вопросы

Альтернативный вопрос задается тогда, когда предлагается сделать выбор, отдать чему-либо предпочтение.

Альтернативный вопрос может начинаться со вспомогательного или модального глагола (как общий вопрос) или с вопросительного слова (как специальный вопрос) и должен обязательно содержать союз or - или. Часть вопроса до союза or произносится с повышающейся интонацией, после союза or - с понижением голоса в конце предложения.

Например вопрос, представляющий собой два общих вопроса, соединенных союзом or:
Is he reading or is he writing?
Did he pass the exam or did he fail?

Вторая часть вопроса, как правило, имеет усеченную форму, в которой остается (называется) только та часть, которая обозначает выбор (альтернативу):
Is he reading or writing?

Разделительные вопросы

Основными функциями разделительных вопросов являются: проверка предположения, запрос о согласии собеседника с говорящим, поиски подтверждения своей мысли, выражение сомнения.

Разделительный (или расчлененный) вопрос состоит из двух частей: повествовательной и вопросительной.

Первая часть - повествовательное утвердительное или отрицательное предложение с прямым порядком слов.

Вторая часть, присоединяемая через запятую, представляет собой краткий общий вопрос, состоящий из местоимения, заменяющего подлежащее, и вспомогательного или модального глагола. Повторяется тот вспомогательный или модальный глагол, который входит в состав сказуемого первой части. А в Present и Past Indefinite, где нет вспомогательного глагола, употребляются соответствующие формы do/ does/ did.

В второй части употребляется обратный порядок слов, и она может переводится на русский язык: не правда ли?, не так ли?, верно ведь?

1. Если первая часть вопроса утвердительная, то глагол во второй части стоит в отрицательной форме, например:

You speak French, don't you? You are looking for something, aren't you? Pete works at a plant, doesn't he?

2. Если первая часть отрицательная, то во второй части употребляется утвердительная форма, например:

It is not very warm today, is it? John doesn't live in London, does he?

Безличные предложения

Поскольку в английском языке подлежащее является обязательным элементом предложения, в безличных предложениях употребляется формальное подлежащее, выраженное местоимением it. Оно не имеет лексического значения и на русский язык не переводится.

Безличные предложения используются для выражения:

1. Явлений природы, состояния погоды: It is/(was) winter. (Была) Зима. It often rains in autumn. Осенью часто идет дождь. It was getting dark. Темнело. It is cold. Холодно. It snows. Идет снег.

2. Времени, расстояния, температуры: It is early morning. Ранее утро. It is five o'clock. Пять часов. It is two miles to the lake. До озера две мили. It is late. Поздно.

3. Оценки ситуации в предложениях с составным именным (иногда глагольным) сказуемым, за которым следует подлежащее предложения, выраженное инфинитивом, герундием или придаточным предложением: It was easy to do this. Было легко сделать это.
It was clear that he would not come. Было ясно, что он не придет.

4. С некоторыми глаголами в страдательном залоге в оборотах, соответствующих русским неопределенно-личным оборотам: It is said he will come. Говорят, он придет.

Местоимение. The Pronoun.
Классификации местоимений.

1	**personal**	личные
2	**possessive**	притяжательные
3	**demonstrative**	указательные
4	**indefinite and negative**	неопределенные и отрицательные
5	**quantifiers**	количественные
6	**reflexive**	возвратные
7	**reciprocal**	взаимные
8	**relative**	относительные
9	**defining**	определительные
10	**interrogative**	вопросительные

I. Личные (personal) местоимения

Общий падеж		**Объектный падеж**	
I	я	**me**	мне, меня
he	он	**him**	его, ему
she	она	**her**	ей, о ней
it	оно, это	**it**	ей, ему, этому
we	мы	**us**	нам, нас

they	они	**them**	им, их
you	ты, вы	**you**	тебе, вам

Внимание! He (он) и **she (она)** в английском языке можно говорить только про людей. Все остальные английские существительные (предметы, животные, явления природы, чувства и т. д.) - обозначаются – it (оно, это).

he	**she**	**it**
a boy – мальчик **a man –** мужчина **brother –** брат **father –** отец **Nick –** Николай **Mr Grey –** мистер Грей	**a girl –** девочка **a woman –** женщина **sister – с**естра **motherч–** мама **Kate –** Катя **Mrs Grey –** миссис Грей	**a cat –** кот **a wall –** стена **rain –** дождь **love –** любовь **a hand –** рука **an apple -** яблоко

Англичане говорят <u>It's me</u>, а не It's I (это я).

II. Притяжательные (possessive) местоимения

Притяжательные местоимения выражают принадлежность и имеют в английском языке **две формы** - **основную** (после этой формы обязательно требуется существительное).
Whose pen is it? - *Чья это ручка?* - **It's my pen**. - *Это моя ручка*.
И **абсолютную** (существует самостоятельно, без существительного) - **It's mine.** - *Это моя.*

Личное местоимение	**Основная форма**	**Абсолютная форма**
I – я **he –** он **she –** она **it – оно,** это **we –** мы **you –** ты, вы **they -** они	**my (toy) -** моя (игрушка) **his (toy) -** его (игрушка) **her (toy) -** ее (игрушка) **its (toy) -** его (не о человеке) **our (toy) -** наша (игрушка) **your (toy) -** ваша, твоя (игрушка) **their (toy) -** их (игрушка)	**his -** его **hers -** ее **its -** его (этого) **ours -** наша **yours -** ваша, твоя **theirs -** их

III. Указательные (demonstrative) местоимения

this (это, эта, этот) **– these** (эти) **that** (то, та, тот) **- those** (те)

IV. Неопределенные (indefinite) и отрицательные (negative) местоимения

Местоимения some, any, every, и их производные

• Если у вас есть, например, яблоки и вы знаете, сколько их, вы говорите:
I have/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 have got apples.** *У меня есть несколько яблок (некоторое количество).*

Производные от неопределенных местоимений

Слово **"think"** обозначает **"вещь"** (не обязательно материальная).
Слово **"body"** обозначает **"тело".** Эти слова являются основой для целого ряда словообразований.

Thing используется для неодушевленных (что-то):

some	**something –** *что-то, что-нибудь*
any	**anything -** *что-то, что-нибудь*
thing	
no	**nothing -** *ничего, ничто*

every	everything - *все*
Body/one - для одушевленных (кто-то):	
some	**somebody/someone –** *кто-то, кто-нибудь*
any	**anybody/anyone -** *кто-то, кто-нибудь*
body/one	
no	**nobody / no one -** *никого, никто*
every	**everybody /everyone –** *все, каждый*
Местоимение **some** и основа **body** должны произноситься и писаться слитно, в противном случае вместо **somebody** – *кто-то*, получится **some body** - *какое-то тело*, **Something/somebody/someone** - в утвердительных предложениях, **anything/anybody/anyone** - в отрицательных и вопросительных предложениях**, nothing/nobody/no one** – в отрицательных. **Anything/anybody/anyone** - также используются в утвердительных предложениях, но в значении *что угодно/кто угодно*	

somewhere - *где-нибудь, куда-нибудь*	**anywhere -** *где угодно*
nowhere - *нигде*	**everywhere -** *везде*

V. Количественные (quantifiers) местоимения

Many и much - оба слова обозначают **" много"**, С **исчисляемыми** существительными (теми, которые можно посчитать, можно образовать множественное число) используется слово **many**, а с **неисчисляемыми** - слово **much**.	
many girls - *много девочек* **many boys -** *много мальчиков* **many books -** *много книжек*	**much snow -** *много снега* **much money -** *много денег* **much time -** *много времени*
How many? } **сколько?** **How much?** } **сколько?**	**How many girls? -** *Сколько девочек?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?* **How much sugar? -** *Сколько сахара?*
a lot of... - много - используется и с исчисляемыми, и с неисчисляемыми существительными a lot без (of) используется и без существительного.	girls – много девочек **a lot of** sugar - много сахара
Сравните: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.* He writes **a lot.** *Он много пишет.*	
<u>В утвердительных</u> предложениях используйте **a lot of.** <u>В отрицательных</u> и в вопросительных **many/much,** **Сравните:** (+) My grandmother often cooks **a lot of** tasty things. *Моя бабушка часто готовит много вкусного*. (-) But we don't eat **much.** *Но мы не едим много*. (?) Do you eat much? *Вы много едите?* Иногда слова **much** и **a lot** являются синонимами слова **"часто":** Do you ski **much**? *Вы много (часто) катаетесь на лыжах?* No, not much (= not often).Нет, не часто.	

Few, little, a few, a little
С неисчисляемыми существительными используйте слово little (мало),
а с исчисляемыми - few (мало).

few books - мало книг **few girls -** мало девочек **few boys -** мало мальчиков	**little time -** мало времени **little money -** мало денег **little snow -** мало снега
little } **мало (т.е. надо еще)** **few** } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** } **немного (т.е. пока хватает)** **a few** } **немного (т.е. пока хватает)**

VI. Возвратные (reflexive) местоимения

Возвратные местоимения образуются от личных местоимений в объектном падеже и притяжательных местоимений прибавлением **- self** в единственном числе и **- selves** во множественном числе. Возвратные местоимения используются для того, чтобы показать, что объект, названный подлежащим предложения сам совершает действие.

Личное местоимение	**Возвратное местоимение**	**Пример**	**Перевод**
I	myself	I did it myself.	Я сделал это сам
he	himself	He did it himself.	Он сделал это сам.
she	herself	She did it herself.	Она сделала это сама
you	yourself	You did it yourself.	Вы сделали это сами.
they	themselves	They did it themselves.	Они сделали это сами.
we	ourselves	We did it ourselves.	Мы сделали это сами.

VII. Взаимные (reciprocal) местоимения

Each other - друг друга (относится к двум лицам или предметам).
One another - друг друга (относится к большему количеству лиц или предметов).
They spoke to <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *Они всегда помогают друг другу.*

VIII. Относительные (relative) местоимения

Who (whom), whose, which, that

who	**Именительный падеж <u>who</u> (подлежащее)** **The girl <u>who</u> is playing the piano is my sister.** *Девочка, которая играет на пианино, - моя сестра.*
	Объектный падеж <u>whom</u> (дополнение) **The man <u>whom</u> I love the best is your brother.** *Человек, которого я люблю больше всех, - твой брат.*
which	**Для неодушевленных предметов и животных** **The flowers <u>which</u> you brought me were pretty nice.** *Цветы, которые ты мне принес, очень милые.*
whose	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>whose</u> book we read yesterday.** *Это человек, книгу которого мы читали вчера.*
	Для неодушевленных существительных **We saw the tree <u>whose</u> leaves were absolutely yellow.** *Мы увидели дерево, листья которого были абсолютно желтыми.*
that	**Для одушевленных существительных** **This is the man <u>that</u> we saw yesterday.** *Это мужчина, которого мы видели вчера.*
	Для неодушевленных существительных **This is the film <u>that</u> we saw yesterday.** *Это фильм, который мы видели вчера.*

IX. Определительные (defining) местоимения

all

Употребление	**Примеры**	**Перевод**
определяет неисчисляемые	He spent **all his** time fishing on the	Он провел все свое время,

существительные	lake**.**	ловя рыбу на озере.
определяет исчисляемые существительные	**All the** boys like football. **(the после all!)**	Все мальчишки любят футбол.
all = everything	I know **all/everything.**	Я знаю всё.
all = everybody	**All** were hungry. **Everybody** was hungry.	Все были голодны. Все были голодны.
we all = ail of us you all = all of you they all = ail of them	We **all** love you very much = **All** of us love you very much.	Мы все тебя очень любим

both

Употребление	Примеры	Перевод
определяет существительные	**Both (the/my) friends like football.**	Оба моих друга любят футбол
допускается использование артикля вместо указательных местоимений после both	**Both these/the men are Russian.**	Оба (эти) мужчины - русские.
употребляется вместо существительного	**He gave me two apples. Both were sweet.**	Он дал мне два яблока. Оба были сладкими.
they both = both of them you both = both of you we both = both of us	**They both (both of them) came to visit us.**	Они оба пришли навестить нас.
в устойчивой конструкции **both...and.**	**Both mother father were at home**	И мама, и папа были дома.
в отрицательных предложениях **вместо both** используется **neither**	**Both of them know English. Neither of them know English.**	Они оба знают английский. Ни один из них не знает английского.

either/neither

	Употребление	Примеры	Перевод
either	любой из двух (артикль не ставится)	**I've got 2 cakes. Take either cake.**	У меня 2 пирожных. Возьми любое.
	каждый, оба, и тот, и другой	**There are windows on either side of the house.**	С обеих сторон дома есть окна.
	заменяет существительное (глагол в ед. числе)	**Either of dogs is always hungry.**	Любая из собак вечно голодная.
neither	отрицательное местоимение-определение (ни тот, ни другой)	**Neither of examples is correct.**	Ни один из примеров не верен.
	в констр. neither.. .nor (ни.. .ни)	**I like neither tea, nor coffee.**	Я не люблю ни чай, ни кофе.

other, another, the other, the others (другой, другие)

	Употребление	Примеры	Перевод
the other	другой (второй), другой из двух	**You've got 2 balls: one and the other.**	У тебя 2 мяча: один и другой.
another	другой из многих, еще один	**Take another ball.**	Возьми другой мяч. (Любой, но не этот.)
other	другие (любые), не последние	**Take other 2 balls.**	Возьми другие 2 мяча. (Из многих.)

the others	другие (определенные)	**There are 4 balls: 2 balls are red and the others are blue.**	Есть 4 мяча: 2 красных, а другие 2 - синие.

X. Вопросительные (interrogative) местоимения

what	что	**What's this?**	Что это?
which	который	**Which of them?**	Который из них?
who	кто, кого	**Who was that?**	Кто это был?
whom	кого	**Whom did you meet?**	Кого ты встретил?
whose	чей	**Whose book is it?**	Чья это книга?

Имя существительное. The Noun

Категории	Существительное в русском языке	Существительное в английском языке
Число	**Изменяется**	**Изменяется**
Падеж	**Изменяется**	**Не изменяется**

The Plural Form of Nouns

Образование множественного числа у английских существительных

Способ образования	Примеры	Перевод
после глухих согласных	**a book - books** **a cup - cups**	**книга - книги** **чашка - чашки**
после звонких согласных и гласных -	a name - names a girl - girls	**имя - имена** **девочка - девочки**
после шипящих, свистящих звуков -ch, -sh, -x, -s, -z: -es	a palace - palaces a bush - bushes a box - boxes a church - churches	дворец - дворцы куст - кусты коробка - коробки церковь - церкви
слово заканчивается на -y: 1) гласная +y	**a toy - toys** **a boy - boys**	игрушка - игрушки мальчик - мальчики
2) согласная + y	**a family - families** **a story - stories**	**семья - семьи** **история - истории**
слово заканчивается на *-file*	**a leaf - leaves** **a shelf - shelves**	лист - листья полка - полки

Особые случаи образования множественного числа

Ед. число	**Мн. число**	**Перевод**
man	men	мужчина - мужчины
woman	women	женщина - женщины
foot	feet	нога (стопа) - ноги (стопы)
child	children	ребенок - дети
goose	geese	гусь - гуси
mouse	mice	мышь - мыши
ox	oxen	**бык - быки**
tooth	teeth	**зуб - зубы**

Слова - заместители существительных **Substitutions: one/ones**

При повторном использовании одного и того же существительного в одном предложении, вместо него следует использовать one (в единственном числе) и ones (во множественном числе):

This table is bigger that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table are bigger than those ones. - Эти столы больше, чем те (столы).

Со словами one/ones **может быть использован артикль, если перед ними стоит прилагательное.**	
What apple do you want? **Какое ты хочешь яблоко?** **The red one. Красное.**	**What apples do you want?** **Какие яблоки ты хочешь?** **The red ones. Красные.**

Английские существительные не имеют падежных окончаний традиционно выделяют два падежа -общий и притяжательный.

Общий падеж

И. п. Эта девочка хорошо говорит по-английски.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It's a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 often think about this girl.

Притяжательный падеж. The Possessive Case
Образование притяжательного падежа

	Образование	**Примеры**	**Перевод**
существительные в единственном числе	**'s**	**bird's house** **child's ball**	домик птички мячик ребенка
существительные во множественном числе (группа исключений}	**'s**	**children's bail** **women's rights**	мячик детей права женщин
существительное во множественном числе	**'**	**girls' toy** **birds' house**	игрушка девочек домик птичек

Формула притяжательного падежа обычно имеют лишь одушевленные существительные, обозначающие живое существо, которому что-то принадлежит,

my mother's book - мамина книга,

this girl's bail - мячик девочки,

the bird's house - домик птички

Для того, чтобы показать принадлежность объекта неодушевленному предмету, используется предлог of:

the handle of the door (ручка (от) двери), но чаще образуется составное существительное door-handle,

Артикль. The Article

1. Неопределенный a/an (используется перед исчисляемыми существительными в единственном числе)

a cat –кот a dog –собака a boy – мальчик a girl -девочка
a teacher - учитель

2. Определенный the (может использоваться с любыми существительными)

the cat -кот the houses –дома the water -вода the weather –погода
the flowers - цветы

Если слово начинается с гласной буквы, к артиклю "a" добавляется буква "n", для того, чтобы две гласные не сливались: an apple (яблоко), an orange (апельсин), an author (автор) и т, д. Слово "an hour" (час) начинается с согласной буквы "h", но в слове эта буква не читается, т.е. слово начинается с гласного звука, поэтому к артиклю "a" также добавляется n = an

Упоминая объект впервые, перед ним ставят неопределенный артикль a/an при вторичном с упоминании того же самого объекта, перед ним ставят определенный артикль the

I see a cat, Я вижу кота (одного). The cat is black. (этот) Кот – черный.

This is a kitten. Это - котенок. (Один из многих) The kitten is hungry. (этот) Котенок - голодный.

I have a book- У меня есть книга. The book is interesting. (эта) Книга - интересная.

Неопределенный артикль a/an опускается перед исчисляемыми существительными и существительными во множественном числе.

a pen - pens (ручка - ручки) a dog - dogs (собака - собаки) a book - books (книга -книги)

- water (вода) - snow (снег) - meat (мясо)

Использование неопределенного артикля a

один из множества (любой)	This is a cat.
первое упоминание в тексте	I see a bird.
при упоминании профессии	My brother is a pilot.
в восклицательных предложениях	What a good girl! What a surprise! Such a fine room!
вместо слова один	She is coming for a weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… he/she is a…	There is a book here. I have got a nice coat. He has a kind smile. I see a wolf. This is a dog. That is a doctor. It is a red pen. I am a good swimmer. He/she is a tourist
в ряде устойчивых словосочетаний at a quarter.., in a loud, (a low, an angry voice) to have a good time a lot of to go for a walk such a... after a while in a day (a month, a week, a year)	Come at a quarter to 8. Don't speak to him in an angry voice. We had a good time in the country. She has got a lot of presents. Let's go for a walk. He is such a clever boy. You'll see them after a while. We are living in a day.

Использование определенного артикля the

если речь идет о конкретном лице или предмете	The pen is on the table.
при повторном упоминании того же самого объекта	I see a cat. The cat is black.
если слово обозначает нечто, существующее в единственном лице, с частями света	the sun, the moon, the Earth
со словами: only (только), main (главный), central (центральный), left (левый), right (правый), wrong (неправильный), next (следующий), last (последний), final (заключительный)	The only man I love the main road to the left, to the right It was the right answer. the final test
с порядковыми числительными	the first, the tenth

с прилагательными в превосходной степени	the kindest, the most interesting the best
с музыкальными инструментами и танцами	to play the piano, to dance the tango
с обобщающими существительными (класс людей» животных, термины, жанры)	The Britons keep their traditions.
с названиями музеев, кинотеатров, кораблей, галерей, газет, журналов	the Hermitage the Tretyakov Gallery the Avrora the Seasame Street
с названиями океанов, рек, морей, каналов, пустынь, групп, островов, штатов, горных массивов, наименований с of	the Atlantic ocean the Neva river the Black sea Changing of the Guard

Использование определенного артикля в ряде устойчивых словосочетаний

in the middle, in the corner	The table is in the middle of the room.
in the morning, In the evening, in the afternoon	I never drink coffee in the evening.
what's the use?	What's the use of going there so late?
to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	Do you like going to the theatre? He works at the shop.
at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market	The fact is that I have no money at all.
the fact is (was) that...	Where is the doctor?
where is the…?	We always spend summer in the country.
in the country, to the country	

Сколько бы прилагательных-определений ни стояло перед существительным, все эти определения ставятся между артиклем и существительным: A big, black, fat cat большой, черный, толстый кот.

Случаи, когда артикль не употребляется

если, перед существительным стоит притяжательное местоимение	a pen - my pen a dog - his dog the teacher - our teacher the apple - her apple
если перед существительным стоит указательное местоимение	the cats - those cats the books - these books a mouse - this mouse
если стоит другое существительное в притяжательном падеже	a car - father's car the horse - farmer's horse a bike - brother's bike the doll - sister's doll
если перед существительным стоит, количественное числительное	5 balls, 7 bananas, 2 cats
если перед существительным стоит отрицание "no"	She has no children. I see no birds.
перед именами	Mike, Kate, Jim, etc
с названиями дней недели	Sunday, Monday, etc.
с названиями месяцев	May, December, etc.
с названиями времен года	in spring, in winter
с названиями цветов	white, etc. I like green
с названиями спортивных игр	football, chess, etc.
с названиями блюд, напитков	tea, coffee, soup, etc,
с названиями праздников	Easter, Christmas, etc.

с названиями языков, если нет слова (язык). Если есть, нужен артикль the	English, etc. I learn English, the English language
с названиями стран	Russia, France, etc HO: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, the Ukraine, the Congo
с названиями городов	Moscow, Paris, etc.
с названиями улиц, площадей	Trafalgar Square
с названиями парков	St James' Park, Hyde Park
с названиями мостов	Tower Bridge
с названиями одиночных гор	Kilimanjaro
с названиями озер	Loch Ness
с названиями континентов	Asia, Australia, etc.
с названиями одиночных островов	Cyprus
если перед существительными стоит вопросительное или отрицательное местоимение	what animals can swim? I know what thing you have lost!

ГЛАГОЛ (THE VERB)

Глаголом называется часть речи, обозначающая действие или состояние предмета или лица.

В английском языке признаком глагола в неопределенной форме (инфинитиве) является частица to.

По своей структуре глаголы делятся на:

1. Простые, состоящие только из одного корня:

to fire - стрелять; зажигать
to order - приказывать
to read - читать
to play - играть

2. Производные, состоящие из корня и префикса, из корня и суффикса или из корня, префикса и суффикса:

to unpack - распаковывать
to dismiss - увольнять, отпускать
to realize - представлять себе
to shorten - укорачивать (ся)
to encounter - встречать (ся), наталкивать (ся)
to regenerate - перерождаться, возрождаться

3. Сложные, состоящие из двух основ (чаще всего основы существительного или прилагательного и основы глагола):

to broadcast (broad + cast) - передавать по радио
to whitewash (white + wash) - белить

4. Составные, состоящие из глагольной основы и наречия или предлога:

to carry out - выполнять
to sit down - садиться

По значению глаголы делятся на смысловые и служебные.

1. Смысловые глаголы имеют самостоятельное значение, выражают действие или состояние: Lomonosov as a poet and scientist played a great role in the formation of the Russian literary language. Как поэт и ученый Ломоносов сыграл огромную роль в создании русского литературного языка.

2. Служебные глаголы не имеют самостоятельного значения и употребляются для образования сложных форм глагола или составного сказуемого. Они являются спрягаемым элементом сказуемого и в его формах выражается лицо, число и время. К ним относятся:

1. Глаголы-связки to be быть, to become становиться, to remain оставаться, to grow становиться, to get, to turn становиться, to look выглядеть, to keep сохраняться.

Every man is the maker of his own fortune. Каждый человек-творец своей судьбы.

2. Вспомогательные глаголы to be, to do, to have, to let, shall, will (should, would):

The kitchen was supplied with every convenience, and there was even a bath-room, a luxury the Gerhardts had never enjoyed before. На кухне имелись все удобства; была даже ванная комната- роскошь, какой Герхардты никогда до сих пор не обладали.

3. Модальные глаголы can, may, must, ought, need: He that would eat the fruit must climb the tree. Кто любит фрукты, должен влезть на дерево (чтобы сорвать). (Любишь кататься-люби и саночки возить.)

Все формы глагола в английском языке делятся на личные и неличные.

Личные формы глагола выражают время, лицо, число, наклонение. Они выполняют в предложении функцию сказуемого. К личным формам относятся все формы времен действительного и страдательного залога (изъявительного и сослагательного наклонения):

As you leave the Kremlin by Spassky Gate you come out on the Red Square. Если вы выходите из Кремля мимо Спасских Ворот, вы оказываетесь на Красной площади.

Неличные формы глагола не различаются по лицам и числам. Они не могут самостоятельно выполнять в предложении функцию сказуемого, но могут входить в его состав. К неличным формам относятся: инфинитив, причастие и герундий. Every step towards eliminating nuclear weapons is in the interests of every nation. Любой шаг в направлении уничтожения ядерного оружия служит интересам каждого государства.

Личные формы глагола в английском языке имеют три наклонения: изъявительное (the Indicative Mood), повелительное (the Imperative Mood) и сослагательное (the Subjunctive Mood).

Глаголы в изъявительном наклонении выражают реальное действие, передают факты:

His son goes to school. Его сын учится в школе.

She has written an interesting article. Она написала интересную статью.

A new building of the theatre was built in this street. На этой улице построили новое здание театра.

Глаголы в повелительном наклонении выражают приказание, просьбу, совет, запрещение, команду:

"Don't buy them", warned our cautious driver. "Не покупайте их", - предупредил наш осторожный шофер.

Undertake not what you cannot perform but be careful to keep your promise. Не беритесь за то, что не сможете выполнить, но старайтесь сдержать обещание.

Глаголы в сослагательном наклонении выражают действие не реальное, а желательное или предполагаемое: If there were no bad people, there would be no good lawyers. Если бы не было плохих людей, не было бы хороших адвокатов.

Как личные, так и неличные формы глагола имеют **два залога**: действительный (the Active Voice) и страдательный (the Passive Voice).

Глаголы в действительном залоге выражают действие, которое производится подлежащим: I inform you that I have carried out the mission. Сообщаю, что я выполнил задание.

Глаголы в страдательном залоге выражают действие, которое испытывает на себе подлежащее: I was informed that the mission had been carried out. Мне сообщили, что задание было выполнено.

Формы глагола могут выражать отношение между действием и временем. В русском языке бывают глаголы **совершенного и несовершенного вида**. **Глаголы совершенного вида** обозначают действие, которое закончено, и есть его результат:

Он прочитал эту статью с интересом.

Глаголы несовершенного вида обозначают действие, указывая на его повторяемость, длительность, незаконченность: Вчера он читал эту статью с интересом. (Но он мог и не прочитать ее).

Вид глагола в русском языке выражается либо изменением его формы, либо с помощью суффиксов и приставок. Видовые значения глагола в английском языке выражаются сочетанием вспомогательного глагола с причастием настоящего или прошедшего времени смыслового глагола.

В английском языке четыре видо-временных группы глагола: неопределенные времена (Indefinite Tenses), продолженные времена (Continuous Tenses), совершенные времена (Perfect Tenses), и совершенные продолженные времена (Perfect Continuous Tenses). В каждой временной группе три времени: настоящее (Present), прошедшее (Past), будущее (Future).

Глагол “to be”

A: Are you from England?
B: No, we aren't. We're from China.

He's Tom and she's Helen. They are friends.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Am I?
I am	I'm	I am not	I'm not	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Is he?
He is	He's	He is not	He isn't	Is she?
She is	She's	She is not	She isn't	Is it?
It is	It's	It is not	It isn't	Are we?
We are	We're	We are not	We aren't	Are you?
You are	You're	You are not	You aren't	Are they?
They are	They're	They are not	They aren't	

Краткими ответами называются ответы на вопросы, начинающиеся с глагольной формы is /are; в кратком ответе содержание вопроса не повторяется. Употребляется только Yes или No, далее личное местоимение в именительном падеже и глагольная форма is (isn't) / are (aren't). Например: Are you British? No, I'm not.

Yes, I am /we are. No, I'm not/we aren't.
Yes, he/she/it is. No, he/she/it isn't.
Yes, they are. No, they aren't.

WAS/WERE

Bob is eighty. He's old and weak.
Mary, his wife is seventy-nine. She's old too.
Fifty years ago they were young. Bob was strong. He wasn't weak. Mary was beautiful. She wasn't old.

В прошедшем простом времени (past simple) глагол "to be" с личными местоимениями в именительном падеже имеет следующие формы: was для I, he, she, it и –were для –we, you, they. В вопросахwas/were ставятся перед личным местоимением в именительном падеже (I, you, he и т.д.) или существительным. Например: She was ill yesterday. -> Was she ill yesterday? Отрицания образуются путем постановки not после was/were. Например: She was not ill yesterday. She wasn't ill yesterday.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I was	I was not	I wasn’t	Was I?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
He was	He was not	He wasn’t	Was he?

She was	She was not	She wasn’t	Was she?
It was	It was not	It wasn’t	Was it?
We were	We were not	We weren’t	Were we?
You were	You were not	You weren’t	Were you?
They were	They were not	They weren’t	Were they?

ОБОРОТ THERE IS/THERE ARE

There is a sofa in the room. There are two pictures on the wall. There isn't a TV in the room. What else is there in the room?

Мы употребляем конструкцию there is/there are, чтобы сказать, что кто-то или что-то существует или находится в определенном месте. Краткая форма there is – there’s. There are не имеет краткой формы. Например: There is (There's) a sofa in the room. There are four children in the garden.

Вопросительная форма: Is there? Are there? Например: Is there a restaurant in the town? Are there any apples in the basket?

Отрицательная форма: There isn’t …/There aren’t … Например: There is not / isn't a man in the room. There are not/aren't any cars in the street.

Краткие ответы строятся с помощью Yes, there is/are или No, there isn't / aren't. Содержание вопроса не повторяется.

Yes, there is. No, there isn't.

Yes, there are. No, there aren't.

Мы употребляем there is / there are, чтобы сказать, что что-то существует или находится в определенном месте, it is / they are - когда уже упоминали об этом. Например: There is a house in the picture.

It is a big house. (Но не: It's a house in the picture.)

There are three books on the desk.

They are history books. (Но не: They are three books on the desk.)

Конструкция There was/There were

This is a modern town today.

There are a lot of tall buildings and shops. There are cars and there isn't much peace and quiet.

This is the same town fifty years ago.

There weren't any tall buildings. There were some old houses. There weren't many cars and there wasn't much noise.

Конструкция There was/There were - это There is / There are в форме past simple. There was употребляется с существительными в единственном числе. Например: There was a post office in the street thirty years ago. There were употребляется с существительными во множественном числе. Например: There were a few houses in the street thirty years ago.

В вопросах was/were ставятся перед there. Например: Was there a post office in the street thirty years ago? Were there any houses in the street thirty years ago?

Отрицания строятся путем постановки not после was / were. Например: There was not / wasn't a post office in the street thirty years ago. There were not / weren't any houses in the street thirty years ago.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	Were there?

Краткие ответы строятся с помощью Yes или No и there was/there were. Содержание вопроса не повторяется.

Was there a book on the desk? Yes, there was. No, there wasn't.

Were there any people in the shop? Yes, there were. No, there weren't.

Глагол Have got

A bird has got a beak, a tail and wings.
Has she got long hair? No, she hasn't. She's got short hair.
What have they got? They've got roller blades. They haven't got skateboards.
She has got a headache.

Have (got) используется:

а) чтобы показать, что что-то принадлежит кому-то. Например: He's got a ball.
б) при описании людей, животных или предметов. Например: She's got blue eyes.
в) в следующих высказываниях: I've got a headache. I've got a temperature. I've got a cough, I've got a toothache, I've got a cold, I've got a problem.

Утверждение		Отрицание		Вопрос
Полная форма	Краткая форма	Полная форма	Краткая форма	Have I (got)?
I have (got)	I've (got)	I have not (got)	I haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Has he (got)?
He has (got)	He's (got)	He has not (got)	He hasn't (got)	Has she (got)?
She has (got)	She's (got)	She has not (got)	She hasn't (got)	Has it (got)?
It has (got)	It's (got)	It has not (got)	It hasn't (got)	Have we (got)?
We have (got)	We've (got)	We have not (got)	We haven't (got)	Have you (got)?
You have (got)	You've (got)	You have not (got)	You haven't (got)	Have they (got)?
They have (got)	They've (got)	They have not (got)	They haven't (got)	

Had

Grandpa, did you have a TV when you were five?
No, I didn't. People didn't have TV's then. They had radios.

Have (had) в past simple имеет форму Had для всех лиц.

Вопросы строятся с помощью вспомогательного глагола did, личного местоимения в именительном падеже и глагола - have. Например: Did you have many toys when you were a child? Отрицания строятся с помощью did not и have. Например: I did not / didn't have many toys when I was a child.

Утверждение	Отрицание		Вопрос
	Полная форма	Краткая форма	
I had	I did not have	I didn't have	Did I have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
He had	He did not have	He didn't have	Did he have?
She had	She did not have	She didn't have	Did she have?
It had	It did not have	It didn't have	Did it have?
We had	We did not have	We didn't have	Did we have?
You had	You did not have	You didn't have	Did you have?
They had	They did not have	They didn't have	Did they have?

Имя прилагательное. The Adjective

Категории	**Прилагательное в русском языке**	**Прилагательное в английском языке**
Число	изменяется	не изменяется
Род	изменяется	не изменяется
Падеж	изменяется	не изменяется

Образование имен прилагательных

Имена прилагательные бывают: **простые и производные**

К **простым** именам прилагательным относятся прилагательные, не имеющие в своем составе

ни приставок, ни суффиксов: small - *маленький*, **long -** *длинный*, **white -** *белый*.
К **производным** именам прилагательным относятся прилагательные, имеющие в своем составе **суффиксы** или **приставки**, или одновременно и те, и другие.

Суффиксальное образование имен прилагательных

Суффикс	Пример	Перевод
- ful	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**
- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**неправильный** **безответственный**
Некоторые имена прилагательные являются составными и образуются из двух слов, составляющих одно понятие: **light-haired –** светловолосый, **snow-white –** белоснежный.		

Прилагательные, оканчивающиеся на – ed и на - ing

- ed	**- ing**
Описывают чувства и состояния	**Описывают предметы, вещи, занятия, вызывающие эти чувства**
interested – интересующийся, заинтересованный	**interesting -** интересный
bored - скучающий	**boring -** скучный
surprised - удивленный	**surprising -** удивительный

Степени сравнения прилагательных

Английские прилагательные не изменяются ни по числам, ни по родам, но у них есть **формы степеней сравнения.**
Имя прилагательное в английском языке имеет **три формы** степеней сравнения:
- положительная степень сравнения **(Positive Degree);**
- сравнительная степень сравнения **(Comparative Degree);**
- превосходная степень сравнения **(Superlative Degree).**

Основная форма прилагательного - положительная степень. Форма сравнительной и

превосходной степеней обычно образуется от формы положительной степени одним из следующих способов:

1. -er. -est

Односложные прилагательные образуют **сравнительную степень** путем прибавления **к форме прилагательного в положительной степени** суффикса **- er.** Примерно, тоже самое мы делаем и в русском языке **-** добавляем “е” (большой - больше, холодный - холоднее).

Превосходная степень образуется путем прибавления суффикса **- est. Артикль the обязателен!!!**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
cold - холодный	cold**er -** холоднее	the cold**est -** самый холодный
big - большой	bigg**er -** больше	the bigg**est -** самый большой
kind - добрый	kind**er -** добрее	the kind**est -** самый добрый

По этому же способу образуются степени сравнения двусложных прилагательных оканчивающихся на **-y, -er, -ow, -ble:**

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
clever — умный	clever**er - умнее**	**the** clever**est - самый умный**
easy - простой	eas**ier - проще**	**the** easi**est - самый простой**
able - способный	abl**er - способнее**	**the** abl**est - самый способный**
busy - занятой	bus**ier - более занятой**	**the** busi**est - самый занятой**

При образовании степеней сравнения посредством суффиксов **– er и – est** соблюдаются следующие **правила орфографии:**

Если прилагательное заканчивается на немое **“e” ,** то при прибавлении **– er и – est немое “e” опускается:**

large **–** larg**er - the** larg**est /** большой – больше – самый большой

brave **–** brav**er – the** brav**est /** смелый – смелее – самый смелый

Если прилагательное заканчивается **на согласную с предшествующим кратким гласным звуком,** то в сравнительной и превосходной степени **конечная согласная буква удваивается:**

big – bigg**er –** bigg**est /** большой – больше – самый большой

hot – hott**er –** hott**est /** горячий – горячее – самый горячий

thin – thinn**er –** thinn**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

Если прилагательное **заканчивается на “y” с предшествующей согласной,** то в сравнительной и превосходной степени **“y” переходит в “i”:**

busy – bus**ier –** bus**iest / занятой – более занятой – самый занятой**

easy – eas**ier –** eas**iest / простой – проще – самый простой**

2. more, the most

Большинство двусложных прилагательных и прилагательных, состоящих из трех и более слогов, образуют сравнительную степень при помощи слова **more**, а **превосходную** – при помощи слова **most**.

Эти слова ставятся перед именами прилагательными в положительной степени:

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful - красивый	**more beautiful -** красивее	**the most beautiful** - самый красивый
interesting – интересный	**more interesting -** интереснее	**the most interesting** - самый интересный
important - важный	**more important -** важнее	**the most important** - самый важный

Особые формы

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень

good - хороший **bad -** плохой **little -** маленький **much/many -** много **far -** далекий/далеко **old -** старый	**better -** лучше **worse -** хуже **less -** меньше **more -** больше **farther/further -** дальше **older/elder -** старше	**the best -** самый лучший **the worst -** самый плохой **the least -** самый маленький, меньше всего **the most -** больше всего **the farthest/furthest -** самый дальний **the oldest/eldest -** самый старый

3. less. the least

Для выражения **меньшей** или **самой низкой степени** качества предмета по сравнению с другими предметами употребляются соответствующие слова **less** – менее и **the least** – наименее, которые ставятся перед прилагательными в форме положительной степени.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
beautiful – красивый **interesting -** интересный **important -** важный	**less beautiful -** менее красивый **less interesting –** менее интересный **less important -** менее важный	**the least beautiful –** самый некрасивый **the least interesting –** самый неинтересный **the least important –** самый неважный

Другие средства сравнения двух предметов или лиц

Конструкция	Комментарий	Примеры
As…as (такой же, так же)	**Для сравнения двух объектов одинакового качества**	He is **as** a strong **as** a lion Он такой же сильный, как лев. She is **as** clever **as** an owl**.** Она такая же умная, как сова.
Not so…as (не такой, как)	**в отрицательных предложениях**	He is **not so** strong **as** a lion. Он не такой сильный, как лев**.** She is **not so** clever **as** an owl. Она не такая умная, как сова.
The…the (с двумя сравнительными степенями)	**показывает зависимость одного действия от другого**	**The more** we are together **the happier** we are. Чем больше времени мы проводим вместе, тем счастливее мы становимся. **The more** I learn this rule **the less** I understand it. Чем больше я учу это правило, тем меньше я его понимаю.

Особые замечания об употреблении сравнительных и превосходных степеней имен прилагательных:

- Сравнительная степень может быть усилена употреблением перед ней слов со значением **«гораздо, значительно»:**

His new book is **much more** interesting than previous one. *Его новая книга гораздо более интересная, чем предыдущая.*

This table **is more** comfortable than **that one**. *Этот стол более удобный чем тот.*

- После союзов **than** и **as** используются либо личное местоимение в именительном падеже с глаголом, либо личное местоимение в объектном падеже:

I can run **as** fast **as** him **(as he can).** *Я могу бегать так же быстро, как он.*

Числительное. The numeral

Перед **сотнями, тысячами, миллионами** обязательно называть их количество, даже если всего одна сотня или одна тысяча:

126 – one hundred twenty six

1139 – one thousand one hundred and thirty nine

В составе числительных – сотни, тысячи и миллионы не имеют окончания множественного числа: **two hundred – 200, three thousand – 3000, и т.д.**

НО: окончание множественного числа добавляется hundred, thousand, million, когда они выражают неопределенное количество сотен, тысяч, миллионов. В этом случае после них употребляется существительное с предлогом **"of":**

hundreds of children – сотни детей

thousands of birds- тысячи птиц

millions of insects – миллионы насекомых

Начиная с 21, числительные образуются так же как в русском языке:

20+1=21 (twenty + one = **twenty one**)

60+7=67 (sixty + seven = **sixty seven**) и т.д.

Как читать даты

1043	ten forty-three
1956	nineteen fifty-six
1601	sixteen o one
2003	two thousand three
В 2003 году	in two thousand three
1 сентября	the first of September
23 февраля	the twenty-third of February

ДРОБНЫЕ ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ (FRACTIONAL NUMERALS)

В простых дробях (Common Fractions) числитель выражается количественным числительным, а знаменатель порядковым:

1/7- one seventh одна седьмая

При чтении простых дробей, если числитель их больше единицы, к знаменателю прибавляется окончание множественного числа -s:

2/4 - two fourths - две четвертых

2/3 -two thirds - две третьих

3 1/5 - three and one fifth - три целых и одна пятая

1/2 - one second, a second, one half, a half - одна вторая, половина

1/4 -one fourth, a fourth, one quarter, a quarter - одна четвертая, четверть

В десятичных дробях (Decimal Fractions) целое число отделяется точкой, и каждая цифра читается отдельно. Нуль читается nought [no:t] (в США - zero ['zierou]).

4.25 four point twenty-five; four point two five

0.43 nought point forty-three; nought point four three

Существительные, следующие за дробью, имеют форму единственного числа, и перед ними при чтении ставится предлог -of:

2/3 metre- two thirds of a metre

две третьих метра

0.05 ton - nought point nought five of a ton

ноль целых пять сотых тонны

Существительные, следующие за смешанным числом, имеют форму множественного числа и читаются без предлога of:

35 1 /9 tons -thirty-five and one ninth tons

14.65 metres -one four (или fourteen) point six five (или sixty-five) metres

В обозначениях номеров телефонов каждая цифра читается отдельно, нуль здесь читается [ou]:
224-58-06 ['tu:'tu:'fo:'faiv'eit'ou'siks]

Образование видовременных форм глагола в активном залоге

Present Simple употребляется для выражения:

1. постоянных состояний,

2. повторяющихся и повседневных действий (часто со следующими наречиями: always, never, usually и т.д.). Mr Gibson is a businessman. He lives in New York, (постоянное состояние) He usually starts work at 9 am. (повседневное действие) He often stays at the office until late in the evening, (повседневное действие)

3. непреложных истин и законов природы, The moon moves round the earth.

4. действий, происходящих по программе или по расписанию (движение поездов, автобусов и т.д.). The bus leaves in ten minutes.

Маркерами present simple являются: usually, always и т.п., every day / week / month / year и т.д., on Mondays I Tuesdays и т.д., in the morning / afternoon / evening, at night / the weekend и т.д.

Present Continuous употребляется для выражения:

1. действий, происходящих в момент речи He is reading a book right now.

2. временных действий, происходящих в настоящий период времени, но не обязательно в момент речи She is practising for a concert these days. (В данный момент она не играет. Она отдыхает.)

3. действий, происходящих слишком часто и по поводу которых мы хотим высказать раздражение или критику (обычно со словом "always") "You're always interrupting me!"(раздражение)

4. действии, заранее запланированных на будущее. He is flying to Milan in an hour. (Это запланировано.)

Маркерами present continuous являются: now, at the moment, these days, at present, always, tonight, still и т.д.

Во временах **группы Continuous** обычно **не употребляются** глаголы:

1. выражающие восприятия, ощущения (see, hear, feel, taste, smell), Например: This cake tastes delicious. (Но не: This cake is tasting delicious)

2. выражающие мыслительную деятельность [know, think, remember, forget, recognize(ze), believe, understand, notice, realise(ze), seem, sound и др.],
Например: I don't know his name.

3. выражающие эмоции, желания (love, prefer, like, hate, dislike, want и др.), Например: Shirley loves jazz music.

4. include, matter, need, belong, cost, mean, own, appear, have (когда выражает принадлежность) и т.д. Например: That jacket costs a tot of money. (Но не: That jacket is costing a lot of money.)

Present perfect употребляется для выражения:

1. действий, которые произошли в прошлом в неопределенное время. Конкретное время действия не важно, важен результат, Kim has bought a new mobile phone. (Когда она его купила? Мы это не уточняем, поскольку это не важно. Важного, что у нее есть новый мобильный телефон.)

2. действий, которые начались в прошлом и все еще продолжаются в настоящем, We has been a car salesman since /990. (Он стал продавцом автомобилей в 1990 году и до сих пор им является.)

3. действий, которые завершились совсем недавно и их результаты все еще ощущаются в настоящем. They have done their shopping. (Мы видим, что они только что сделали покупки, поскольку они выходят из супермаркета с полной тележкой.)

4. Present perfect simple употребляется также со словами "today", "this morning / afternoon" и т.д., когда обозначенное ими время в момент речи еще не истекло. He has made ten photos this morning. (Сейчас утро. Указанное время не истекло.)

К маркерам present perfect относятся: for, since, already, just, always, recently, ever, how long, yet, lately, never, so far, today, this morning/ afternoon / week / month / year и т.д.

Present perfect continuous употребляется для выражения:

1. действий, которые начались в прошлом и продолжаются в настоящее время He has been painting the house for three days. (Он начал красить дом три дня назад и красит его до сих пор.)

2. действий, которые завершились недавно и их результаты заметны (очевидны) сейчас. They're tired. They have been painting the garage door all morning. (Они только что закончили красить. Результат их действий очевиден. Краска на дверях еще не высохла, люди выглядят усталыми.)

Примечание.

1. С глаголами, не имеющими форм группы Continuous, вместо present perfect continuous употребляется present perfect simple. Например: I've known Sharon since we were at school together. (А не: I've been knowing Sharon since we were at school together.)

2. С глаголами live, feel и work можно употреблять как present perfect continuous, так и present perfect simple, при этом смысл предложения почти не изменяется.

Например: He has been living/has lived here since 1994.

К маркерам present perfect continuous относятся: for. since. all morning/afternoon/week/day и т.д., how long (в вопросах).

Past simple употребляется для выражения:

1. действий, произошедших в прошлом в определенное указанное время, то есть нам известно, когда эти действия произошли, They graduated four years ago. (Когда они закончили университет? Четыре года назад. Мы знаем время.)

2. повторяющихся в прошлом действий, которые более не происходят. В этом случае могут использоваться наречия частоты (always, often, usually и т.д.), He often played football with his dad when he was five. (Но теперь он уже не играет в футбол со своим отцом.) Then they ate with their friends.

3. действий, следовавших непосредственно одно за другим в прошлом.

They cooked the meal first.

4. Past simple употребляется также, когда речь идет о людях, которых уже нет в живых. Princess Diana visited a lot of schools.

Маркерами past simple являются: yesterday, last night / week / month / year I Monday и т.д., two days I weeks I months I years ago, then, when, in 1992 и т.д.

People used to dress differently in the past. Women used to wear long dresses. Did they use to carry parasols with them? Yes, they did. They didn't use to go out alone at night.

• **Used to** (+ основная форма глагола) употребляется для выражения привычных, повторявшихся в прошлом действий, которые сейчас уже не происходят. Эта конструкция не изменяется по лицам и числам. Например: Peter used to eat a lot of sweets. (= Peter doesn't eat many sweets any more.) Вопросы и отрицания строятся с помощью did / did not (didn't), подлежащего и глагола "use" без -d.

Например: Did Peter use to eat many sweets? Mary didn't use to stay out late.

Вместо "used to" можно употреблять past simple, при этом смысл высказывания не изменяется. Например: She used to live in the countryside. = She lived in the countryside.

Отрицательные и вопросительные формы употребляются редко.

Past continuous употребляется для выражения:

1. временного действия, продолжавшегося в прошлом в момент, о котором мы говорим. Мы не знаем, когда началось и когда закончилось это действие, At three o'clock yesterday

afternoon Mike and his son were washing the dog. (Мы не знаем, когда они начали и когда закончили мыть собаку.)

2. временного действия, продолжавшегося в прошлом (longer action) в момент, когда произошло другое действие (shorter action). Для выражения второго действия (snorter action) мы употребляем past simple, He was reading a newspaper when his wife came, (was reading = longer action: came = shorter action)

3. двух и более временных действий, одновременно продолжавшихся в прошлом. The people were watching while the cowboy was riding the bull.

4. Past continuous употребляется также для описания обстановки, на фоне которой происходили события рассказа (повествования). The sun was shining and the birds were singing. Tom was driving his old truck through the forest.

Маркерами past continuous являются: while, when, as, all day / night / morning и т.д.
when/while/as + past continuous (longer action) when + past simple (shorter action)

Past perfect употребляется:

1. для того, чтобы показать, что одно действие произошло раньше другого в прошлом. При этом то действие, которое произошло раньше, выражается past perfect simple, а случившееся позже - past simple,
They had done their homework before they went out to ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

2. для выражения действий, которые произошли до указанного момента в прошлом,
She had watered all the flowers by five o'clock in the afternoon.
(=She had finished watering the flowers before five o'clock.)

3. как эквивалент present perfect simple в прошлом. То есть, past perfect simple употребляется для выражения действия, которое началось и закончилось в прошлом, а present perfect simple - для действия, которое началось в прошлом и продолжается (или только что закончилось) в настоящем. Например: Jill wasn't at home. She had gone out. (Тогда ее не было дома.) ЛИ isn 't at home. She has gone out. (Сечас ее нет дома.)

К маркерам past perfect simple относятся: before, after, already, just, till/until, when, by, by the time и т.д.

Future simple употребляется:

1. для обозначения будущих действий, которые, возможно, произойдут, а возможно, и нет, We'll visit Disney World one day.

2. для предсказаний будущих событий (predictions), Life will be better fifty years from now.

3. для выражения угроз или предупреждений (threats / warnings), Stop or I'll shoot.

4. для выражения обещаний (promises) и решений, принятых в момент речи (on-the-spot decisions), I'll help you with your homework.

5. с глаголами hope, think, believe, expect и т.п., с выражениями I'm sure, I'm afraid и т.п., а также с наречиями probably, perhaps и т.п. / think he will support me. He will probably go to work.

К маркерам future simple относятся: tomorrow, the day after tomorrow, next week I month / year, tonight, soon, in a week / month year и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ

Future simple не употребляется после слов while, before, until, as soon as, after, if и when в придаточных предложениях условия и времени. В таких случаях используется present simple. Например: I'll make a phone call while I wait for you. (А не:... whilo I will wait for you.) Please phone me when you finish work.

В дополнительных придаточных предложениях после "when" и "if" возможно употребление future simple. Например: I don't know when I if Helen will be back.

He is going to throw the ball.

Be going to употребляется для:

1. выражения заранее принятых планов и намерений на будущее,
Например: Bob is going to drive to Manchester tomorrow morning.

2. предсказаний, когда уже есть доказательства того, что они сбудутся в близком будущем. Например: Look at that tree. It is going to fall down.

We use the **future continuous**:

a) for an action which will be in progress at a stated for an action which will be future time. *This time next week, we'll be cruising round the islands.*

b) for an action which will definitely happen in the future as the result of a routine or arrangement. *Don't call Julie. I'll be seeing her later, so I'll pass the message on.*

c) when we ask politely about someone's plans for the near future (what we want to know is if our wishes fit in with their plans.) *Will you be using the photocopier for long?*
No. Why?
I need to make some photocopies.

We use the **future perfect**:

1. For an action which will be finished before a stated future time. *She will have delivered all the newspapers by 8 o'clock.*

2. The future perfect is used with the following time expressions: before, by, by then, by the time, until/till.

We use the **future perfect continuous**:

1. to emphasize the duration of an action up to a certain time in the future. *By the end of next month, she will have been teaching for twenty years.*

The future perfect continuous is used with: by... for.

Практическая работа также направлена на проверку сформированности грамматического навыка в рамках тем: модальные глаголы и их эквиваленты, образование видовременных форм глагола в пассивном залоге, основные сведения о согласовании времён, прямая и косвенная речь, неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий, основные сведения о сослагательном наклонении.

Распределение выше указанных тем в учебнике:

- Агабекян И. П. Английский язык для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / И. П. Агабекян. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 384 с.: ил. - (Высшее образование) (200 экз. в библиотеке УГГУ) и учебнике:

- Журавлева Р.И. Английский язык: учебник: для студентов горно-геологических специальностей вузов / Р. И. Журавлева. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 508 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 502 (192 экз. в библиотеке УГГУ) представлено в таблице:

Название темы	***Страницы учебников***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
Модальные глаголы и их эквиваленты	295	47
Образование видовременных форм глагола в пассивном залоге	236	71, 115
Основные сведения о согласовании времён	323-328	269
Прямая и косвенная речь	324	268
Неличные формы глагола: инфинитив, причастия, герундий	311-322	132, 162, 173, 192, 193
Основные сведения о сослагательном наклонении	329	224

Модальные глаголы

Глаголы	**Значение**	**Примеры**
CAN	физическая или умственная возможность/умение	I can swim very well. – Я очень хорошо умею плавать.
	возможность	You can go now. — Ты можешь идти сейчас.You cannot play

		football in the street. – На улице нельзя играть в футбол.
	вероятность	They can arrive any time. – Они могут приехать в любой момент.
	удивление	Can he have said that? – Неужели он это сказал?
	сомнение, недоверчивость	She can't be waiting for us now. – Не может быть, чтобы она сейчас нас ждала.
	разрешение	Can we go home? — Нам можно пойти домой?
	вежливая просьба	Could you tell me what time it is now? – Не могли бы вы подсказать, который сейчас час?
MAY	разрешение	May I borrow your book? – Я могу одолжить у тебя книгу?
	предположение	She may not come. – Она, возможно, не придет.
	возможность	In the museum you may see many interesting things. – В музее вы можете увидеть много интересных вещей.
	упрек – только **MIGHT (+ perfect infinitive)**	You might have told me that. – Ты мог бы мне это сказать.
MUST	обязательство, необходимость	He must work. He must earn money. – Он должен работать. Он должен зарабатывать деньги.
	вероятность (сильная степень)	He must be sick. — Он, должно быть, заболел.
	запрет	Tourists must not feed animals in the zoo. — Туристы не должны кормить животных в зоопарке.
SHOULD OUGHT TO	моральное долженствование	You ought to be polite. – Вы должны быть любезными.
	совет	You should see a doctor. – Вам следует сходить к врачу.
	упрек, запрет	You should have taken the umbrella. – Тебе следовало взять с собой зонт.
SHALL	указ, обязанность	These rules shall apply in all circumstances. – Эти правила будут действовать при любых обстоятельствах.
	угроза	You shall suffer. — Ты будешь страдать.
	просьба об указании	Shall I open the window? – Мне открыть окно?
WILL	готовность, нежелание/отказ	The door won't open. — Дверь не открывается.
	вежливая просьба	Will you go with me? – Ты сможешь пойти со мной?
WOULD	готовность, нежелание/отказ	He would not answer this question. – Он не будет отвечать на этот вопрос.
	вежливая просьба	Would you please come with me? — Не могли бы вы пройти со мной.
	повторяющееся/привычное действие	We would talk for hours. – Мы беседовали часами.
NEED	необходимость	Do you need to work so hard? – Тебе надо столько работать?
NEEDN'T	отсутствие необходимости	She needn't go there. — Ей не нужно туда идти.
DARE	Посметь	How dare you say that? – Как ты смеешь такое говорить?

Модальные единицы эквивалентного типа		
to be able (to) = can	Возможность соверш-я конкрет-го дей-ия в опред. момент	She **was able** to change the situation then. (Она тогда была в состоянии (могла) изменить ситуацию).
to be allowed (to) = may	Возмож-ть совер-ия дей-ия в наст.-м, прош-ом или буд-ем + оттенок разрешения	My sister **is allowed to** play outdoors. (Моей сестре разрешается играть на улице).
to have (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом или буд-ем при опред-х об-вах	They **will have to** set up in business soon. (Им вскоре придется открыть свое дело).
to be (to)= ought, must, should	Необходимость совер-я дей-я в наст.-м, прош-ом при наличии опред. планов, распис-ий и т.д.	We **are to** send Nick about his business. (Мы должны (= планируем) выпроводить Ника)

Страдательный залог (Passive Voice)

образуется при помощи вспомогательного глагола to be в соответствующем времени, лице и числе и причастия прошедшего времени смысл. глагола – Participle II (III –я форма или ed-форма).

В страдательном залоге не употребляются:

1) Непереходные глаголы, т.к. при них нет объекта, который испытывал бы воздействие, то есть нет прямых дополнений которые могли бы стать подлежащими при глаголе в форме Passive.

Переходными в англ. языке называются глаголы, после которых в действительном залоге следует прямое дополнение; в русском языке это дополнение, отвечающее на вопросы винительного падежа – кого? что?: to build строить, to see видеть, to take брать, to open открывать и т.п.

Непереходными глаголами называются такие глаголы, которые не требуют после себя прямого дополнения: to live жить, to come приходить, to fly летать, cry плакать и др.

2) Глаголы-связки: be – быть, become – становиться/стать.

3) Модальные глаголы.

4) Некоторые переходные глаголы не могут использоваться в страдательном залоге. В большинстве случаев это глаголы состояния, такие как:

to fit годиться, быть впору to have иметь to lack не хватать, недоставать to like нравиться
to resemble напоминать, быть похожим to suit годиться, подходить и др.

При изменении глагола из действительного в страдательный залог меняется вся конструкция предложения:

- дополнение предложения в Active становится подлежащим предложения в Passive;
- подлежащее предложения в Active становится предложным дополнением, которое вводится предлогом by или вовсе опускается;
- сказуемое в форме Active становится сказуемым в форме Passive.

Особенности употребления форм Passive:

1. Форма Future Continuous не употребляется в Passive, вместо нее употребляется Future Indefinite:

At ten o'clock this morning Nick will be writing the letter. –At ten o'clock this morning the letter will be written by Nick.

2. В Passive нет форм Perfect Continuous, поэтому в тех случаях, когда нужно передать в Passive действие, начавшееся до какого-то момента и продолжающееся вплоть до этого момента, употребляются формы Perfect:

He has been writing the story for three months. The story has been written by him for three months.

3. Для краткости, во избежание сложных форм, формы Indefinite (Present, Past, Future) часто употребляются вместо форм Perfect и Continuous, как в повседневной речи так и в художественной литературе. Формы Perfect и Continuous чаще употребляются в научной литературе и технический инструкциях.

This letter has been written by Bill. (Present Perfect)
This letter is written by Bill. (Present Indefinite – более употребительно)
Apples are being sold in this shop. (Present Continuous)
Apples are sold in this shop. (Present Indefinite – более употребительно)

4. Если несколько однотипных действий относятся к одному подлежащему, то вспомогательные глаголы обычно употребляются только перед первым действием, например: The new course will be sold in shops and ordered by post.

Прямой пассив (The Direct Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует прямому дополнению предложения в Active. Прямой пассив образуется от большинства переходных глаголов.

I gave him a book. Я дал ему книгу. A book was given to him. Ему дали книгу. (или Книга была дана ему)

The thief stole my watch yesterday. Вор украл мои часы вчера.
My watch was stolen yesterday. Мои часы были украдены вчера.

В английском языке имеется ряд переходных глаголов, которые соответствуют непереходным глаголам в русском языке. В английском они могут употребляться в прямом пассиве, а в русском – нет. Это:to answer отвечать кому-л.
to believe верить кому-л. to enter входить (в) to follow следовать (за) to help помогать кому-л.
to influence влиять (на) to join присоединяться to need нуждаться to watch наблюдать (за)

Так как соответствующие русские глаголы, являясь непереходными, не могут употребляться в страдательном залоге, то они переводятся на русский язык глаголами в действительном залоге:
Winter is followed by spring.

А при отсутствии дополнения с предлогом by переводятся неопределенно-личными предложениями: Your help is needed.

Косвенный пассив (The Indirect Passive)

Это конструкция, в которой подлежащее предложения в Passive соответствует косвенному дополнению предложения в Active. Она возможна только с глаголами, которые могут иметь и прямое и косвенное дополнения в действительном залоге. Прямое дополнение обычно означает предмет (что?), а косвенное – лицо (кому?).

С такими глаголами в действительном залоге можно образовать две конструкции:

а) глагол + косвенное дополнение + прямое дополнение;

б) глагол + прямое дополнение + предлог + косвенное дополнение:

а) They sent Ann an invitation.- Они послали Анне приглашение.
б) They sent an invitation to Ann. - Они послали приглашение Анне.

В страдательном залоге с ними также можно образовать две конструкции – прямой и косвенный пассив, в зависимости от того, какое дополнение становится подлежащим предложения в Passive. К этим глаголам относятся:to bring приносить
to buy покупать to give давать to invite приглашать to leave оставлять
to lend одалживать to offer предлагать to order приказывать to pay платить
to promise обещать to sell продавать to send посылать to show показывать
to teach учить to tell сказать и др.
Например: Tom gave Mary a book. Том дал Мэри книгу.
Mary was given a book. Мэри дали книгу. (косвенный пассив – более употребителен)
A book was given to Mary. Книгу дали Мэри. (прямой пассив – менее употребителен)

Выбор между прямым или косвенным пассивом зависит от смыслового акцента, вкладываемого в последние, наиболее значимые, слова фразы:
John was offered a good job. (косвенный пассив) Джону предложили хорошую работу.
The job was offered to John. (прямой пассив) Работу предложили Джону.

Глагол to ask спрашивать образует только одну пассивную конструкцию – ту, в которой подлежащим является дополнение, обозначающее лицо (косвенный пассив):
He was asked a lot of questions. Ему задали много вопросов.

Косвенный пассив невозможен с некоторыми глаголами, требующими косвенного дополнения (кому?) с предлогом to. Такое косвенное дополнение не может быть подлежащим в Passive, поэтому в страдательном залоге возможна только одна конструкция – прямой пассив, то есть вариант: Что? объяснили, предложили, повторили…Кому? Это глаголы:to address адресовать
to describe описывать to dictate диктовать to explain объяснять to mention упоминать
to propose предлагать to repeat повторять to suggest предлагать to write писать и др.

Например: The teacher explained the rule to the pupils. – Учитель объяснил правило ученикам. The rule was explained to the pupils. – Правило объяснили ученикам. (Not: The pupils was explained…)

Употребление Страдательного залога

В английском языке, как и в русском, страдательный залог употр. для того чтобы:

1. Обойтись без упоминания исполнителя действия (70% случаев употребления Passive) в тех случаях когда:

а) Исполнитель неизвестен или его не хотят упоминать:
He was killed in the war. Он был убит на войне.

б) Исполнитель не важен, а интерес представляет лишь объект воздействия и сопутствующие обстоятельства:
The window was broken last night. Окно было разбито прошлой ночью.

в) Исполнитель действия не называется, поскольку он ясен из ситуации или контекста:
The boy was operated on the next day. Мальчика оперировали на следующий день.

г) Безличные пассивные конструкции постоянно используются в научной и учебной литературе, в различных руководствах: The contents of the container should be kept in a cool dry place. Содержимое упаковки следует хранить в сухом прохладном месте.

2. Для того, чтобы специально привлечь внимание к тому, кем или чем осуществлялось действие. В этом случае существительное (одушевленное или неодушевленное.) или местоимение (в объектном падеже) вводится предлогом by после сказуемого в Passive.

В английском языке, как и в русском, смысловой акцент приходится на последнюю часть фразы. He quickly dressed. Он быстро оделся.

Поэтому, если нужно подчеркнуть исполнителя действия, то о нем следует сказать в конце предложения. Из-за строгого порядка слов английского предложения это можно осуществить лишь прибегнув к страдательному залогу. Сравните:
The flood broke the dam. (Active) Наводнение разрушило плотину. (Наводнение разрушило что? – плотину)
The dam was broken by the flood. (Passive) Плотина была разрушена наводнением. (Плотина разрушена чем? – наводнением)

Чаще всего используется, когда речь идет об авторстве:
The letter was written by my brother. Это письмо было написано моим братом.

И когда исполнитель действия является причиной последующего состояния:
The house was damaged by a storm. Дом был поврежден грозой.

Примечание: Если действие совершается с помощью какого-то предмета, то употребляется предлог with, например:
He was shot with a revolver. Он был убит из револьвера.

Перевод глаголов в форме Passive

В русском языке есть три способа выражения страдательного залога:

1. При помощи глагола "быть" и краткой формы страдательного причастия, причем в настоящем времени "быть" опускается:
I am invited to a party.
Я приглашён на вечеринку.

Иногда при переводе используется обратный порядок слов, когда русское предложение начинается со сказуемого: New technique has been developed. Была разработана новая методика.

2. Глагол в страдательном залоге переводится русским глаголом, оканчивающимся на –ся(-сь):
Bread is made from flour. Хлеб делается из муки.
Answers are given in the written form. Ответы даются в письменном виде.

3. Неопределенно-личным предложением (подлежащее в переводе отсутствует; сказуемое стоит в 3-м лице множественного числа действительного залога). Этот способ перевода возможен только при отсутствии дополнения с предлогом by (производитель действия не упомянут):

The book is much spoken about. Об этой книге много говорят.
I was told that you're ill. Мне сказали, что ты болен.

4. Если в предложении указан субъект действия, то его можно перевести личным предложением с глаголом в действительном залоге (дополнение с by при переводе становится подлежащим). Выбор того или иного способа перевода зависит от значения глагола и всего предложения в целом (от контекста):
They were invited by my friend. Их пригласил мой друг.(или Они были приглашены моим другом.)

Примечание 1: Иногда страдательный оборот можно перевести двумя или даже тремя способами, в зависимости от соответствующего русского глагола и контекста:
The experiments were made last year.
1) Опыты были проведены в прошлом году.
2) Опыты проводились в прошлом году.
3) Опыты проводили в прошлом году.

Примечание 2: При переводе нужно учитывать, что в английском языке, в отличие от русского, при изменении залога не происходит изменение падежа слова, стоящего перед глаголом (например в английском she и she, а переводим на русский - она и ей):

Примечание 3: Обороты, состоящие из местоимения it с глаголом в страдательном залоге переводятся неопределенно-личными оборотами:
It is said… Говорят… It was said… Говорили…
It is known… Известно… It was thought…Думали, полагали…
It is reported… Сообщают… It was reported…Сообщали…и т.п.

В таких оборотах it играет роль формального подлежащего и не имеет самостоятельного значения: It was expected that he would return soon. Ожидали, что он скоро вернется.

Согласование времен (Sequence of Tenses)

Если в главном предложении сказуемое выражено глаголом в одной из форм прошедшего времени, то в придаточном предложении употребление времен ограничено. Правило, которому в этом случае подчиняется употребление времен в придаточном предложении, называется согласованием времен.

Правило 1: Если глагол главного предложения имеет форму настоящего или будущего времени, то глагол придаточного предложения будет иметь любую форму, которая требуется смыслом предложения. То есть никаких изменений не произойдет, согласование времен здесь в силу не вступает.

Правило 2: Если глагол главного предложения имеет форму прошедшего времени (обычно Past Simple), то глагол придаточного предложения должен быть в форме одного из прошедших времен. То есть в данном случае время придаточного предложения изменится. Все эти изменения отражены в нижеследующей таблице:

Переход из одного времени в другое	Примеры	
Present Simple » Past Simple	He **can speak** French – Он говорит по-французски.	Boris said that he **could speak** French – Борис сказал, что он говорит по-французски.
Present Continuous » Past Continuous	They **are listening** to him – Они слушают его	I **thought** they **were listening** to him – Я думал, они слушают его.
Present Perfect » Past Perfect	Our teacher **has asked** my parents to help him – Наш учитель попросил моих родителей помочь ему.	Mary **told** me that our teacher **had asked** my parents to help him – Мария сказала мне, что наш учитель попросил моих родителей помочь ему.
Past Simple » Past Perfect	I **invited** her – Я пригласил ее.	Peter **didn't know** that I **had invited** her – Петр не знал, что я

		пригласил ее.
Past Continuous » Past Perfect Continuous	She **was crying** – Она плакала	John **said** that she **had been crying** – Джон сказал, что она плакала.
Present Perfect Continuous » Past Perfect Continuous	It **has been raining** for an hour – Дождь идет уже час.	He **said** that it **had been raining** for an hour – Он сказал, что уже час шел дождь.
Future Simple » Future in the Past	She **will show** us the map – Она покажет нам карту.	I **didn't expect** she **would show** us the map – Я не ожидал, что она покажет нам карту.

Изменение обстоятельств времени и места при согласовании времен.

Следует запомнить, что при согласовании времен изменяются также некоторые слова (обстоятельства времени и места).

this » that
these » those
here » there
now » then
yesterday » the day before
today » that day
tomorrow » the next (following) day
last week (year) » the previous week (year)
ago » before
next week (year) » the following week (year)

Перевод прямой речи в косвенную в английском языке

Для того чтобы перевести прямую речь в косвенную, нужно сделать определенные действия. Итак, чтобы передать чьи-то слова в английском языке (то есть перевести прямую речь в косвенную), мы:

1. ***Убираем кавычки и ставим слово that***

Например, у нас есть предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы передать кому-то эти слова, так же как и в русском, мы убираем кавычки и ставим слово that – «что».

She said that ….. Она сказала, что….

2. ***Меняем действующее лицо***

В прямой речи обычно человек говорит от своего лица. Но в косвенной речи мы не может говорить от лица этого человека. Поэтому мы меняем «я» на другое действующее лицо. Вернемся к нашему предложению:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Так как мы передаем слова девушки, вместо «я» ставим «она»:

She said that she ….. Она сказала, что она….

3. Согласовываем время

В английском языке мы не можем использовать в одном предложении прошедшее время с настоящим или будущим. Поэтому, если мы говорим «сказал» (то есть используем прошедшее время), то следующую часть предложения нужно согласовать с этим прошедшем временем. Возьмем наше предложение:

She said, “I will buy a dress”. Она сказала: «Я куплю платье».

Чтобы согласовать первую и вторую части предложения, меняем will на would. *см. таблицу выше.*

She said that she would buy a dress. Она сказала, что она купит платье.

4. Меняем некоторые слова

В некоторых случаях мы должны согласовать не только времена, но и отдельные слова. Что это за слова? Давайте рассмотрим небольшой пример.

She said, “I am driving now”. Она сказала: «Я за рулем сейчас».

То есть она в данный момент за рулем. Однако, когда мы будем передавать ее слова, мы будем говорить не про данный момент (тот, когда мы говорим сейчас), а про момент времени в прошлом (тот, когда она была за рулем). Поэтому мы меняем now (сейчас) на then (тогда) *см. таблицу выше.*

She said that she was driving then. Она сказала, что она была за рулем тогда.

Вопросы в косвенной речи в английском языке

Вопросы в косвенной речи, по сути, не являются вопросами, так как порядок слов в них такой же, как в утвердительном предложении. Мы не используем вспомогательные глаголы (do, does, did) в таких предложениях.

He asked, “Do you like this cafe?” Он спросил: «Тебе нравится это кафе?»

Чтобы задать вопрос в косвенной речи, мы убираем кавычки и ставим if, которые переводятся как «ли». Согласование времен происходит так же, как и в обычных предложениях. Наше предложение будет выглядеть так:

He asked if I liked that cafe. Он спросил, нравится ли мне то кафе.

Давайте рассмотрим еще один пример:

She said, “Will he call back?” Она сказала: «Он перезвонит?»

She said if he would call back. Она сказала, перезвонит ли он.

Специальные вопросы в косвенной речи

Специальные вопросы задаются со следующими вопросительными словами: what – что when – когда how – как why - почему where – где which – который

При переводе таких вопросов в косвенную речь мы оставляем прямой порядок слов (как в утвердительных предложениях), а на место if ставим вопросительное слово.

Например, у нас есть вопрос в прямой речи:

She said, “When will you come?”. Она сказала: «Когда ты придешь?»

В косвенной речи такой вопрос будет выглядеть так:

She said when I would come. Она сказала, когда я приду.

He asked, “Where does she work?” Он спросил: «Где она работает?»

He asked where she worked. Он спросил, где она работает.

Инфинитив. The Infinitive

Инфинитив - это неличная глагольная форма, которая только называет действие и выполняет функции как глагола, так и существительного. Инфинитив отвечает на вопрос что делать?, что сделать?

Формальным признаком инфинитива является частица **to**, которая стоит перед ним, хотя в некоторых случаях она опускается. Отрицательная форма инфинитива образуется при помощи частицы not, которая ставится перед ним: It was difficult not to speak. *Было трудно не говорить.*

Формы инфинитива

	Active Voice	Passive Voice
Simple	to write	to be written
Continuous	to be writing	
Perfect	to have written	to have been written
Perfect Continuous	to have been writing	

Глаголы, после которых используется инфинитив:

to agree - соглашаться
to arrange - договариваться
to ask – (по)просить
to begin – начинать
to continue – продолжать

to decide – решать
to demand - требовать
to desire – желать
to expect – надеяться
to fail – не суметь
to forget – забывать
to hate - ненавидеть
to hesitate – не решаться
to hope - надеяться
to intend – намереваться
to like – любить, нравиться
to love – любить, желать
to manage - удаваться
to mean - намереваться
to prefer - предпочитать
to promise - обещать
to remember – помнить
to seem - казаться
to try – стараться, пытаться
to want – хотеть
Например:
He asked to change the ticket. *Он попросил поменять билет.*
She began to talk. *Она начала говорить.*

Значение разных форм инфинитива в таблице

Формы инфинитива	**Чему я рад?**	
Simple	I am glad **to speak** to you.	Рад поговорить с вами. (Всегда радуюсь, когда говорю с вами).
Continuous	I am glad **to be speaking** to you.	Рад, что сейчас разговариваю с вами.
Perfect	I am glad **to have spoken** to you.	Рад, что поговорил с вами.
Perfect Continuous	I am glad **to have been speaking** to you.	Рад, что уже давно (все это время) разговариваю с вами.
Simple Passive	I am (always) glad **to be told** the news.	Всегда рад, когда мне рассказывают новости.
Perfect Passive	I am glad **to have been told** the news.	Рад, что мне рассказали новости.

Причастие. Participle

В английском языке причастие — это неличная форма глагола, которая сочетает в себе признаки глагола, прилагательного и наречия.

Формы причастия

		Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Participle I (Present Participle)	Simple	**writing**	**being written**
	Perfect	**having written**	**having been written**
Participle II (Past Participle)			**written**

Отрицательные формы причастия образуются с помощью частицы **not**, которая ставится перед причастием: not asking — не спрашивая,not broken — не разбитый.

Как переводить разные формы причастия на русский язык

Формы причастия	причастием	деепричастием
reading	читающий	читая

having read		прочитав
being read	читаемый	будучи читаемым
having been read		будучи прочитанным
read	прочитанный	
building	строящий	строя
having built		построив
being built	строящийся	будучи строящимся
having been built		будучи построенным
built	построенный	

Герундий. Gerund

Герундий — это неличная форма глагола, которая выражает название действия и сочетает в себе признаки глагола и существительного. Соответственно, на русский язык герундий обычно переводится существительным или глаголом (чаще неопределенной формой глагола). Формы, подобной английскому герундию, в русском языке нет.

My favourite occupation is reading. *Мое любимое занятие — чтение.*

Формы герундия

	Active (Активный залог)	Passive (Пассивный залог)
Simple	**writing**	**being written**
Perfect	**having written**	**having been written**

Запомните глаголы, после которых употребляется только герундий!

admit (признавать), advise (советовать), avoid (избегать),
burst out (разразиться), delay (задерживать), deny (отрицать),
dislike (не нравиться), enjoy (получать удовольствие), escape (вырваться, избавиться),
finish (закончить), forgive (прощать), give up (отказываться, бросать),
keep on (продолжать), mention (упоминать), mind (возражать - только в “?”и “-“),
miss (скучать), put off (отложить), postpone (откладывать),
recommend (рекомендовать), suggest (предлагать), understand (понимать).

Герундий после глаголов с предлогами

accuse of (обвинять в), agree to (соглашаться с), blame for (винить за),
complain of (жаловаться на), consist in (заключаться в), count on /upon (рассчитывать на),
congratulate on (поздравлять с), depend on (зависеть от), dream of (мечтать о),
feel like (хотеть, собираться), hear of (слышать о), insist on (настаивать на),
keep from (удерживать(ся) от), look forward to (с нетерпением ждать, предвкушать),
look like (выглядеть как), object to (возражать против),
persist in (упорно продолжать), praise for (хвалить за), prevent from (предотвращать от),
rely on (полагаться на), result in (приводить к), speak of, succeed in (преуспевать в),
suspect of (подозревать в), thank for (благодарить за), think of (думать о)

He has always dreamt of visiting other countries. — *Он всегда мечтал о том, чтобы побывать в других странах.*

to be + прилагательное / причастие + герундий

be afraid of (бояться чего-либо), be ashamed of (стыдиться чего-либо),
be engaged in (быть занятым чем-либо), be fond of (любить что-либо, увлекаться чем-либо),
be good at (быть способным к), be interested in (интересоваться чем-либо),
be pleased at (быть довольным), be proud of (гордиться чем-либо),
be responsible for (быть ответственным за), be sorry for (сожалеть о чем-либо),
be surprised at (удивляться чему-либо), be tired of (уставать от чего-либо),
be used to (привыкать к).

I’m tired of waiting. — *Я устал ждать.*

Основные сведения о сослагательном наклонении

Conditionals are clauses introduced with if. There are three types of conditional clause: Type 1, Type 2 and Type 3. There is also another common type, Type 0.

Type 0 Conditionals: They are used to express something which is always true. We can use when (whenever) instead of it. *If/When the sun shines, snow melts.*

Type 1 Conditionals: They are used to express real or very probable situations in the present or future. *If he doesn't study hard, he won't pass his exam.*

Type 2 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the present and, therefore, are unlikely to happen in the present or future. *Bob is daydreaming. If I won the lottery, I would buy an expensive car and I would go on holiday to a tropical island next summer.*

Type 3 Conditionals: They are used to express imaginary situations which are contrary to facts in the past. They are also used to express regrets or criticism. *John got up late, so he missed the bus. If John hadn't got up late, he wouldn't have missed the bus.*

	If-clause (hypothesis)	Main clause (result)	Use
Type 0 general truth	if + present simple	present simple	something which is always true
	If the temperature falls below 0 °C, water turns into ice.		
Type 1 real present	if + present simple, present continuous, present perfect or present perfect continuous	future/imperative can/may/might/must/should/ could + bare infinitive	real - likely to happen in the present or future
	If he doesn't pay the fine, he will go to prison. If you need help, come and see me. If you have finished your work, we can have a break. If you're ever in the area, you should come and visit us.		
Type 2 unreal present	if + past simple or past continuous	would/could/might + bare infinitive	imaginary situation contrary to facts in the present; also used to give advice
	If I had time, I would take up a sport. (but I don't have time - untrue in the present) If I were you, I would talk to my parents about it. (giving advice)		
Type 3 unreal past	if + past perfect or past perfect continuous	would/could/might + have + past participle	imaginary situation contrary to facts in the past; also used to express regrets or criticism
	If she had studied harder, she would have passed the test. If he hadn't been acting so foolishly, he wouldn't have been punished.		

Conditional clauses consist of two parts: the if -clause (hypothesis) and the main clause (result). When the if - clause comes before the main clause, the two clauses are separated with a comma. When the main clause comes before the if - clause, then no comma is necessary.

e.g. a) If I see Tim, I'll give him his book.

b) I'll give Tim his book if I see him.

We do not normally use will, would or should in an if - clause. However, we can use will or would after if to make a polite request or express insistence or uncertainty (usually with expressions such as / don't know, I doubt, I wonder, etc.).

We can use should after if to talk about something which is possible, but not very likely to happen.

e.g. a) If the weather is fine tomorrow, will go camping. (NOT: If the weather will be fine...)

b) If you will fill in this form, I'll process your application. (Will you please fill in... - polite request)

c) If you will not stop shouting, you'll have to leave. (If you insist on shouting... - insistence)

d) I don't know if he will pass his exams, (uncertainty)

e) If Tom should call, tell him I'll be late. (We do not think that Tom is very likely to call.)

We can use unless instead of if... not in the if -clause of Type 1 conditionals. The verb is always in the affirmative after unless.

e.g. Unless you leave now, you'll miss the bus. (If you don't leave now, you'll miss the bus.) (NOT: Unless you don't leave now, ...)

We can use were instead of was for all persons in the if - clause of Type 2 conditionals.

e.g. If Rick was/were here, we could have a party.

We use If I were you ... when we want to give advice.

e.g. If I were you, I wouldn't complain about it.

The following expressions can be used instead of if: provided/providing that, as long as, suppose/supposing, etc.

e.g. a) You can see Mr. Carter provided you have an appointment. (If you have an appointment...)

b) We will all have dinner together providing Mary comes on time. (... if Mary comes ...)

c) Suppose/Supposing the boss came now, …

We can omit if in the if - clause. When if is omitted, should (Type 1), were (Type 2), had (Type 3) and the subject are inverted.

e.g. a) Should Peter come, tell him to wait. (If Peter should come,...)

b) Were I you, I wouldn't trust him. (If I were you, ...)

c) Had he known, he would have called. (If he had known, ...)

2. Чтение и перевод учебных текстов (по 2 текста на тему)

№1

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

appear - v появляться; казаться; *ant* **disappear -** исчезать

bed - *n* пласт, слой, подстилающие породы; *syn* **layer, seam; bedded -** *a* пластовый

call for - v требовать; *syn* **demand, require**

carry out - v проводить *(исследование, эксперимент);* выполнять *(план);* завершать; *syn* **conduct, make**

colliery - каменноугольная шахта

concentration (dressing) plant - обогатительная фабрика, обогатительная установка

department - *n* отделение, факультет, кафедра; *syn* **faculty**

direct - v руководить; направлять; управлять; *a* прямой, точный; **directly -** *adv* прямо, непосредственно

education - *n* образование; просвещение; **get an education** получать образование

establish - v основывать, создавать, учреждать; *syn* **found, set up**

ferrous metals - чёрные металлы **(non-ferrous metals** цветные металлы)

iron - *n* железо; **pig iron** чугун; **cast iron** чугун, чугунная отливка

open-cast mines - открытые разработки

ore - *n* руда; **iron ore -** железная руда; **ore mining –** разработка рудных месторождений

process - v обрабатывать; *syn* **work, treat; processing -** n обработка; разделение минералов

rapid - *a* быстрый

research - *n* научное исследование

technique - *n* техника, способ, метод, технический прием; **mining technique -** горная техника, методы ведения горных работ

train - v обучать, готовить *(к чему-л.);***training** - обучение; подготовка

to be in need of - нуждаться в

to take part in - участвовать в

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 1: The First Mining School in Russia

The Moscow Mining Academy was established in 1918. The main task of the Academy was to train mining engineers and technicians, to popularize technological achievements among miners, to work on important problems of mining and metallurgical engineering arid to direct scientific research.

There were three departments in the Academy: mining, geological prospecting and metallurgy. The Moscow Mining Academy introduced a new course in coal mining mechanization which provided the basis for the development of mining engineering. The two scientists A.M. Terpigorev and M.M. Protodyakonov wrote the first textbook on machinery for mining bedded deposits.

Much credit for the establishment of the Moscow Mining Academy and the development of co-operation among outstanding scientists and educators is due to Academician I.M. Gubkin, a prominent geologist and oil expert.

In 1925 the Moscow Mining Academy was one of the best-known educational institutions in Russia. It had well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of Russian and foreign scientific books and journals.

The Academy established close contacts with the coal and ore mining industries. The scientists carried out scientific research and worked on important mining problems.

The rapid growth of the mining industry called for the training of more highly-qualified specialists and the establishment of new educational institutions.

New collieries and open-cast mines, concentration plants, metallurgical works and metal-working factories for processing non-ferrous and ferrous metals appeared in the country. The people took an active part in the construction of new industrial enterprises.

The Academy alone could not cope with the problem of training specialists. In 1930 the Moscow Mining Academy was transformed into six independent institutes. Among the new colleges which grew out of the Academy's departments were the Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting. Later, the scientific research Institute of Mining appeared near Moscow.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. There were four departments in the Academy.
2. The Academy introduced a new course in coal mining mechanization.
3. In 1925 the Academy had only several well-equipped laboratories, demonstration rooms and a library which had many volumes of books.
4. The Academy established close contacts with the coal industry.
5. In 1930 the Academy was transformed into six independent institutes.
6. The Moscow Mining Institute and the Moscow Institute of Geological Prospecting were among the new colleges which grew out of the Academy's departments.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What was the main task of the Academy?
2. What new course did the Academy introduce?
3. Were there three or four departments at the Academy?
4. What industries did the Academy establish contacts with?
5. Who wrote the first textbook on machinery' for mining bedded deposits?
6. Why was the Academy transformed into six independent institutes?
7. Why was the Academy transformed?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) обогатительная фабрика
б) подготовка горных инженеров
в) разведка нефти
г) обработка цветных металлов

д) техническое образование
е) новый (учебный) курс по
ж) принимать активное участие
з) проводить исследования
и) направлять научную деятельность
к) горное оборудование
л) пластовые месторождения

№2

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

change - v изменяться, менять(ся); *syn.* **transform, alter;** *n* изменение, перемена; превращение

determine - v определить, устанавливать

engineering - *n* техника; технология; машиностроение**;** *syn.* **technics, technology, technique; machinery**

composition - *n* структура, состав

connect - v соединяться; *syn* **combine, link**

enterprise - *n* предприятие; предприимчивость

deal (dealt) v **(with) -** иметь дело с; рассматривать

environment - *n* окружающая обстановка**,** среда

demand - *n* спрос

field - *n* область, сфера деятельности; поле, участок, месторождение; бассейн; *syn* **basin, branch**

design - *n* проект; план, чертеж; конструкция; v проектировать, планировать; конструировать

graduate - v окончить (высшее учебное заведение), *амер.* окончить любое учебное заведение; *n* лицо, окончившее высшее учебное заведение; **undergraduate (student) -** студент последнего курса; **postgraduate (student) -** аспирант; **graduation paper -** дипломная работа

hardware - *n* аппаратура, (аппаратное) оборудование, аппаратные средства; техническое обеспечение

hydraulic - *a* гидравлический, гидротехнический

introduction - *n* введение, вступление

management - *n* управление, заведование; *syn.* **administration; direction**

offer - *v* предлагать *(помощь, работу);* предоставлять; *n* предложение

property - *n* свойство

protection - *n* защита, охрана

range - *n* область, сфера; предел; диапазон; радиус действия; ряд; серия

recreation - *n* отдых, восстановление сил; развлечение

reveal - v показывать, обнаруживать

rock - *n* горная порода

shape - *n* форма

software - *n* программное обеспечение; программные средства

skill - *n* мастерство; умение; **skilled -** *a* квалифицированный; опытный; умелый

survey - *n* съемка, маркшейдерская съемка; v производить маркшейдерскую или топографическую съемку, производить изыскания; *n* **surveying** съемка, маркшейдерские работы

value - *n* ценность, стоимость; величина; v ценить, оценивать; **valuable** *a* ценный

workshop - *n* мастерская, цех; семинар

to be of importance - иметь значение

to give an opportunity of - дать возможность

to meet the requirements - удовлетворять требованиям (потребности)

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 2: Mining and Geological Higher Education in Russia

In Russia young people get mining education at special institutes which train geologists and mining engineers for coal and ore mining. The total number of students of an institute includes full-time students, part-time students and postgraduate students.

Russian higher educational establishments offer different specializations for the students. Thus, at the geological institutes, the students specialize in geology, the science which deals with different problems connected with the Earth, its history, the study of rocks, their physical and chemical properties. One of the main tasks of geology is to prospect, discover and study the deposits of useful minerals.

Geology is both a theoretical and an applied science. Mining geology is of great importance to the mining engineer. As a rule, mining geology includes economic geology.

The outstanding Russian geologist V.A. Obruchev says that geology is the science of the Earth which reveals to us how the Earth took shape, its composition and its changes. Geology helps prospect for ores, coal, oil, salt and other useful minerals.

Higher mining schools (universities, academies, institutes and colleges) develop a wide range of courses and programmes that meet the requirements of the society .They offer courses in mining technology, machinery and transport, hydraulic engineering, electrical engineering, industrial electronics, automation, surveying, geodesy, information technology, etc.

The main trend in the development of higher mining education is the introduction of courses in environmental protection, management (environmental human resources), economics and management of mining enterprises, marketing studies, computer-aided design (CAD) and others.

Computer science is also of great importance. The course aims at providing students with understanding how software and hardware technology helps solving problems.

Laboratory work is an important part in training specialists. Experiments in laboratories and workshops will help students to develop their practical skills. They have a short period of field work to gain working experience.

The students go through practical training at mines, plants and other industrial enterprises.. They become familiar with all stages of production and every job from worker to engineer. Here they get practical knowledge and experience necessary for their diploma (graduation) papers.

A lot of students belong to students' scientific groups. They take part in the research projects which their departments usually conduct. Postgraduates carry out research in different fields of science and engineering.

Sport centres give the students opportunities to play different sports such as tennis, football, basketball, volleyball, swimming, ' skiing, water polo, boxing, wrestling and others.

Students graduate from mining and geological higher schools as mining engineers, mining mechanical engineers, ecologists, mining electrical engineers, geologists, economists and managers for mining industry.

1. Переведите следующие сочетания слов.

а) широкий круг проблем
б) денные месторождения полезных ископаемых
в) горный инженер-механик
г) вести научно-исследовательскую работу
д) принимать форму
е) техническое и программное обеспечение
ж) студенты (последнего курса)
з) дипломная работа
и) физические и химические свойства
к) месторождение полезных ископаемых

1. оканчивать институт
2. поступать в университет
3. получать образование

4. готовить геологов и горних инженеров
5. высшие горные учебные заведения
6. приобретать опыт
7. студенческие научные общества
8. заниматься различными видами спорта

№3

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accurate - *a* точный, правильный; **accuracy -** *n* точность

archive - *n* архив

attend - v посещать *(лекции, практические занятия, собрания)*

comprehensive - *a* всесторонний, исчерпывающий

concern - v касаться, относиться; иметь отношение к чему-л.; *n* дело, отношение; важность; **concerning** *prep* относительно, касательно

consider - v рассматривать; считать; **considerable -** значительный, важный; **consideration -** *n* рассмотрение; обсуждение

draw (drew, **drawn**) - v *зд,* чертить, рисовать; **draw the conclusion** делать вывод; *syn* **come to the conclusion**

employ - v применять, использовать; предоставлять *(работу); syn* **use, utilize, apply; employment -** *n* служба; занятие; применение, использование

familiarize - v знакомить; осваивать

fundamental - *n pl* основы *(наук)*

levelling - *n* нивелирование, сглаживание *(различий);* выравнивание

number - *n* число, количество, большое количество; *(порядковый)* номер, ряд

observe - v наблюдать, следить *(за чём-л.),* соблюдать *(правило, обычаи)*

obtain - v получать; достигать; добывать; *syn* **get, receive**

present - v преподносить, дарить; подавать, представлять; **presentation -** *n* изложение; предъявление

proximity - *n* близость, соседство; **in proximity to** поблизости, вблизи от *(чего-л.)*

require - v требовать; *syn* **call for; demand; meet the requirements** удовлетворять требованиям

traversing - *n* горизонтальная съемка

to keep in close touch with - поддерживать связь с

to touch upon (on) затрагивать, касаться вкратце *(вопроса)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 3: Mining Education in Great Britain

In Great Britain the students get mining education at special colleges and at mining departments of universities.

For example, the Mining Department at the University of Nottingham ranks as one of the foremost teaching and research mining schools in Great Britain. The students come to the University from all parts of the country and from abroad. The close proximity of Nottingham to mines extracting coal and different metals makes it possible for the University to keep in close touch with new achievements in mining.

The aim of training at the University is to give the student an understanding of applied science based on lectures, tutorial system, laboratory work and design classes. The laboratory work trains the student in accurate recording of observations, drawing of logical conclusions and presentation of scientific reports. Besides, it gives the student an understanding of experimental methods and familiarizes him (or her) with the characteristics of engineering materials, equipment and machines.

At Nottingham there are two types of laboratories, general and Specialized. General laboratories deal with the fundamentals of engineering science and specialized ones1 study the more specialized problems in different branches of engineering.

During the final two years of his course the student gets a comprehensive training in surveying. Practical work both in the field and in drawing classes forms an important part of this course. Besides, the students have practical work in survey camps during two weeks. The equipment available for carrying out traversing, levelling, tacheometric and astronomical surveying is of the latest design.

The practical and laboratory work throughout the three or four years of study forms a very important part of the course, so the students obtain the required standard in their laboratory course work before they graduate.

British educational system is fee-paying. The annual fee includes registration, tuition, examination, graduation and, in the case of full-time students, membership of the Union of Students.

Students from all over the world (nearly 100 countries) study at the University of Nottingham. For many years the University has had a thriving community of international students.

The University pays much attention to learning foreign languages. For individual study there is a 16-place self-access tape library with a tape archive of 3,000 tapes in 30 languages. There are also 16 video work stations where the students play back video tapes or watch TV broadcasts in a variety of languages.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. In Great Britain the students can get mining education only at special colleges.
2. The training at universities is based on tutorial system.
3. The laboratory work familiarizes the student with modern equipment.
4. There are three types of laboratories at the University of Nottingham.
5. When the students study surveying, they have practical work both in the field and in drawing classes.
6. The students from abroad don't study at Nottingham.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Where can one get mining education in Great Britain?
2. Is the Mining Department at the University of Nottingham one of the foremost research mining schools in Great Britain?
3. What makes it possible for the University to keep in close touch with the, achievements in mining?
4. What are the students supposed to do in the laboratories?
5. Will the students have practical work in survey camps or in the laboratories?
6. What do the students use surveying equipment for?
7. What can you say about studying foreign languages at the University?

№4

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advance - *n* прогресс, успех; продвижение вперед; v делать успехи, развиваться, продвигаться вперед; **advanced courses** курсы по расширенной программе

authority - *n* администрация; начальство

differ - v (from) отличаться (от); **difference** *n* различие; разница; **different** *a* различный; *syn* **various**

excavate - v добывать *(уголь);* вырабатывать полезное ископаемое открытым способом; вынимать *(грунт);* **excavation** - *n* открытая разработка карьером; разрез, карьер; **surface excavation** открытая разработка; *syn* **open-cast (opencast)**

experience - *n* жизненный опыт; опыт работы; стаж

found - v основывать**; *syn* establish, set up; foundation -** *n* основание; учреждение; основа; **lay the foundation** положить начало чему-л , заложить основу чего-л.

manage - v управлять, заведовать, справляться, уметь обращаться; **management -** *n* управление, заведование; правление, дирекция; **management studies -** наука об управлении

mean (meant) - *v* значить, иметь значение, подразумевать; намереваться, иметь в виду; **means -** *n, pl* средства, **meaning -** *n* значение, **by means of** посредством (чего-л)

metalliferous – *a* содержащий металл, рудоносный

preliminary - *a* предварительный**; preliminary course** подготовительные курсы

realize - v представлять, себе; понимать *(во всех деталях); **syn** **understand***

recognize - *v* признавать; узнавать

work out -v разрабатывать *(план);* решать задачу

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 4: Mining Education in Great Britain (continued)

At present in Great Britain there are a number of universities and colleges which give instruction in mechanical engineering, mining, metallurgy, etc. These institutions provide full-time and part-time education. It should be noted that technical colleges confer diplomas' on college graduates.

A university graduate leaves with the degree of Bachelor of Arts or Bachelor of Science, which is an academic qualification awarded by universities.

For example, the University in Cardiff has become one of the largest in Wales. It is one of the four colleges which together with the Welsh National School of Medicine form the University of Wales. There is the Mining Engineering Department in the University of Wales. The Department deals with the whole range of extractive industries such as coal and metalliferous mining, quarrying and oil technology.

After graduating from the college a student can be recommended for entry to the university by a college authority and he can apply for admission to the university.

At the Mining Department students may take several courses such as geology, mining engineering, mine surveying, quarrying, management studies and others. It has become a tradition that the courses are based on an intensive tutorial system. It means that students are allotted to members of the teaching staff for individual tuition separately in mining, in quarrying and in mine surveying. The system is founded on that of the older universities of Great Britain.

At the Department of Mining Engineering of the Newcastle University mining has now become a technically advanced profession. The Department of Mining Engineering trains industrially experienced engineers through various advanced courses in rock mechanics and surface excavation. For many years the Mining Engineering Department at Newcastle has recognized the need for highly-qualified engineers and realized that the courses in rock mechanics and surface excavation are of great importance for mining engineers.

At the University a student studies for three or four years. The organization of the academic year is based on a three-term system which usually runs from about the beginning of October to the middle of December, from the middle of January to the end of March and from the middle of April to the end of June or the beginning of July.

Students course is designed on a modular basis. Modules are self-contained 'units' of study, which are taught and assessed independently of each other. When a student passes a module, he (she) gains a credit. All modules carry a number of credits. At the end of the term, the number of credits a student gets, determines the award he (she) receives. Each module is continuously assessed by coursework and/or end-of-term examinations.

Admission to the British universities is by examination and selection. The minimum age for admission to the four-year course is normally 18 years. Departments usually interview all the candidates. The aim of the interview is to select better candidates.

Just over half of all university students live in colleges, halls of residence, or other accommodation provided by their university, another third lives in lodgings or privately rented accommodation; and the rest live at home.

1. Определите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. At present there are about a hundred technical institutions in Great Britain.
2. It should be noted that British colleges confer degrees.
3. As a rule a college authority recommends the graduates for entry to the university.
4. At the Mining Engineering Department of the University of Wales the students study only metalliferous mining.
5. At the Mining Engineering Department the courses are based on an intensive tutorial system.
6. The Mining Engineering Department at the Newcastle University has recognized the importance of teaching rock mechanics and surface excavation (open-cast mining).

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. Are there many technical institutions in Great Britain?
2. What is the difference between colleges and universities?
3. Is the Mining Engineering Department the only one in the University of Wales?
4. Does the Mining Engineering Department deal only with metalliferous mining?
5. Can a student enter the university after he has graduated from the college?
6. What courses are of special importance for mining engineers?
7. What do you know about the organization of the academic year at British universities?
8. When do the students take their examinations?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) курсы по расширенной программе
б) рудоносные отложения
в) средства производства
г) горный факультет
д) открытые горные работы
е) опытный инженер
ж) администрация колледжа
з) поощрять студентов
и) отвечать требованиям университета
к) наука об управлении

1. зависеть от условий
2. значить, означать
3. признать необходимость (чего-л.)
4. ежегодная производительность (шахты)
5. начальник шахты
6. добывающая промышленность
7. представлять особую важность
8. механика горных пород
9. единственный карьер
10. основывать факультет (школу, систему и т.д.)

№5

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный
adjacent - *a* смежный, примыкающий
ash - *n* зола
belt - *n* пояс; лента; ремень
body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты
common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**
cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**
dust - *n* пыль
dyke – *n* дайка
extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*
fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines -** *n pl* мелочь; мелкий уголь
flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы
fragmentary - *a* обломочный, пластический
glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 5: Igneous Rocks

Igneous rocks have crystallized from solidified magma.

Igneous rocks can be classified in a number of ways and one of (hem is based on mode of occurrence. They occur either as intrusive (below the surface) bodies or as extrusive masses solidified at the Earth's surface. The terms "intrusive" and "extrusive" refer to the place where rocks solidified.

The grain size of igneous rocks depends on their occurrence. The intrusive rocks generally cool more slowly than the extrusive rocks and crystallize to a larger grain size. The coarser-grained intrusive rocks with grain size of more than 0.5 mm called plutonic or abyssal are referred to as intrusive igneous rocks because they are intruded into older pre-existing rocks. Extrusive or volcanic rocks have even finer grains, less than 0.05 mm and are glassy.

Exposed igneous rocks are most numerous in mountain zones for two reasons. First, the mountain belts have been zones of major deformation. Second, uplifts in mountain belts have permitted plutonic masses to be formed.

The largest bodies of igneous rocks are called batholiths. Batholiths cooled very slowly. This slow cooling permitted large mineral grains to form. It is not surprising that batholiths are composed mainly of granitic rocks with large crystals called plutons. As is known, granites and diorites belong to the group of intrusive or plutonic rocks formed by solidification of igneous mass under the Earth's crust. Granites sometimes form smaller masses called stocks, when the occurrence has an irregular shape but smaller dimensions than the batholiths.

Laccoliths and sills, which are very similar, are intruded between sedimentary rocks. Sills are thin and they may be horizontal, inclined or vertical. Laccoliths are thicker bodies and in some cases they form mountains.

Dykes are also intrusive bodies. They range in thickness from a few inches to several thousand feet. Dykes are generally much longer than they are wide. Most dykes occupy cracks and have straight parallel walls. These bodies cool much more rapidly and are commonly fine-grained. For example, granite may occur in dykes that cut older rocks.

Pegmatites (quartz, orthoclase and mica) also belong to the group of plutonic or intrusive rocks. They occur in numerous veins which usually cut through other plutonites, most often granite, or adjacent rocks.

Extrusive igneous rocks have been formed from lava flows which come from fissures to the surface and form fields of volcanic rocks such as rhyolite, andesite, basalt, as well as volcanic ashes and dust, tuff, etc. As a rule, these rocks of volcanic origin cool rapidly and are fine-grained. It is interesting to note that basalt is the most abundant of all lavatypes. It is the principal rock type of the ocean floor.

Igneous rocks are rich in minerals that are important economically or have great scientific value. Igneous rocks and their veins are rich in iron, gold, zinc, nickel and other ferrous metals.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Igneous rocks have been formed by sedimentation.
2. Intrusive rocks have been formed by the cooling of rocks of the Earth's crust.
3. Extrusive rocks have been formed the same way.
4. The grain size of igneous rocks depends on mode of occurrence.
5. Exposed igneous rocks are numerous in mountain zones.
6. Granites and diorites belong to the group of extrusive rocks.
7. As a rule, granite may occur in dykes.
8. Pegmatites do not belong to the group of plutonic or intrusive rocks.

2). Ответьте на вопросы:

1. Have igneous rocks crystallized from magma or have they been formed by sedimentation?
2. Which types of igneous rocks do you know?
3. What does the grain size of igneous rocks depend on?
4. Can you give an example of intrusive or plutonic rocks?
5. Are diorites intrusive or extrusive formations?
6. What do you know about batholiths?
7. Do pegmatites belong to the group of plutonic or volcanic rocks?
8. How do pegmatites occur?
9. What minerals are igneous rocks rich in?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1.	adjacent layers	а) способ залегания
2.	abyssal rocks	б) крупнозернистый
3.	dimensions of crystals	в) зоны крупных нарушений
4.	valuable minerals	г) абиссальные (глубинные) породы
5.	shape and size of grains	д) смежные пласты (слои)
6.	mode of occurrence	е) размеры кристаллов
7.	coarse-grained	ж) взбросы
8.	uplifts	з) форма и размер зерен
9.	zones of major deformation	и) ценные минералы

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1.	затвердевшие массы	а) irregular shape
2.	обломочные породы	б) at a certain depth
3.	медленно остывать	в) economically important
4.	мелкозернистый	г) solidified masses
5.	многочисленные трещины	д) scientific value
6.	неправильная форма	е) to cool slowly
7.	на определенной глубине	ж) existing types of rocks
8.	экономически важный	з) fine-grained
9.	научная ценность	и) fragmentary rocks

10. существующие типы пород к) numerous cracks or fissures

№6

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 6: Metamorphic Rocks

The problem discussed concerns metamorphic rocks which compose the third large family of rocks. "Metamorphic" means "changed from". It shows that the original rock has been changed from its primary form to a new one. Being subjected to pressure, heat and chemically active fluids beneath the Earth's surface, various rocks in the Earth's crust undergo changes in texture, in mineral composition and structure and are transformed into metamorphic rocks. The process described is called metamorphism.

As is known, metamorphic rocks have been developed from earlier igneous and sedimentary rocks by the action of heat and pressure.

Gneisses, mica schists, phyllites, marbles, slate, quartz, etc. belong to the same group of rocks. Having the same mineral composition as granite, gneisses consist chiefly of quartz, orthoclase and mica. However unlike granite, they have a schistose structure. It means that their constituents are distributed in bands or layers and run parallel to each other in one direction. If disturbed the rock cleaves easily into separate plates.

The role of water in metamorphism is determined by at least four variable geologically related parameters: rock pressure, temperature, water pressure, and the amount of water present.

During a normal progressive metamorphism rock pressure and temperature are interdependent, and the amount of water and the pressure of water are related to the sediments and to the degree of metamorphism in such a way that, generally speaking, the low-grade metamorphic rocks are

characterized by the excess of water. The medium-grade rocks defined by some deficiency of water and the high-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.

Many of the metamorphic rocks mentioned above consist of flaky materials such as mica and chlorite. These minerals cause the rock to split into thin sheets, and rocks become foliated.

Slate, phyllite, schist and gneiss belong to the group of foliated metamorphic rocks. Marble and quartzite are non-foliated metamorphic rocks.

The structure of metamorphic rocks is of importance because it shows the nature of pre-existing rocks and the mechanism of metamorphic deformation. Every trace of original structure is of great importance to geologists. It gives an opportunity of analysing the causes of its metamorphism.

Being often called crystalline schists, metamorphic rocks such as gneisses and mica have a schistose structure. Metamorphic rocks represent the oldest portion of the Earth's crust. They are mostly found in the regions of mountain belts where great dislocations on the Earth once took place.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Generally speaking, metamorphic rocks have been developed from ores.
2. Marble, slate and phyllite belong to the group of metamorphic rocks.
3. As is known, unlike granite metamorphic rocks have a schistose structure.
4. It is quite obvious that the role of water in metamorphism is great.
5. As a rule, low-grade metamorphic rocks are characterized by the absence of water.
6. Flaky materials cause the rock to split into thin sheets.
7. It should be noted that marble and quartzite are foliated metamorphic rocks.
8. The structure of metamorphic rocks shows the nature of older preexisting rocks and the mechanism of metamorphic deformation as well.
9. All metamorphic rocks are non-foliated.

2). Ответьте на вопросы:

1. Do you know how metamorphic rocks have been formed?
2. Which rocks belong to the group of metamorphic?
3. Does gneiss have the same structure as granite?
4. Is the role of water great in metamorphism?
5. What rocks do we call foliated? What can you say about non-foliated metamorphic rocks?
6. How can geologists trace the original structure of metamorphic rocks?
7. Why are metamorphic rocks often called crystalline schists?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. as a result of the chemical and physical changes
2. constituents of rocks
3. to be subjected to constant development
4. to undergo changes
5. excess of water
6. low-grade ores
7. coal band
8. to cleave into separate layers
9. traces of original structure
10. generally speaking

а) полоса (или прослоек) угля
б) составляющие пород
в) расщепляться на отдельные слои
г) вообще говоря

д) в результате химических и физических изменений
е) избыток воды
ж) изменяться
з) находиться в постоянном развитии
и) низкосортные руды
к) следы первоначальной структуры

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. иметь значение
2. упомянутые выше
3. сланцеватая структура
4. в отличие от гранита
5. недостаток воды
6. существовавшие ранее породы
7. слоистые породы
8. мрамор и сланец
9. гнейс
10. давать возможность
11. определять структуру

а) unlike granite
б) to be of importance
в) pre-existing rocks
г) mentioned above
д) schistose structure
е) to give an opportunity (of doing smth)
ж) to define (determine) rock texture
з) deficiency of water
и) flaky rocks
к) marble and slate
л) gneiss

№7

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory -** *a* разведочный; **exploration -** *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening -** *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved -** *a* разведанный, достоверный; **proving -** *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable -** *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working -** *n* разработка, горная выработка

country rock коренная (основная) порода

distinctive properties отличительные свойства

malleable metal ковкий металл

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 7: Prospecting

Mining activities include prospecting and exploration for a mineral deposit through finding, proving, developing, extracting and processing the ore. That is why it is possible to divide the mining activity into three major phases: 1) before mining which involves prospecting and exploration required to locate, characterize and prove a potential ore body; 2) mining which refers to actual coal or ore extraction. Extraction processes include underground or surface mining and dredging; 3) after mining which involves processing and preparing the raw ore for the end product.

As has already been said, before a mineral deposit can be worked, that is, before it can be extracted from the Earth for use by man, it must first be found. The search for economically useful mineral deposits is called prospecting. To establish the quality and quantity of a mineral deposit, the type of country rock, etc. means to prove it and this process is called proving. Prospecting and proving are only two different stages of mining geological exploration, the latter includes drilling and driving of openings.

Last century prospectors looked for visible evidence of mineralization on the surface of the Earth. To recognize valuable minerals it was necessary to know their various distinctive physical properties. For example, gold occurs in nature as a heavy malleable yellow metal. -Galena, the most important mineral containing lead, is dark grey, heavy and lustrous. The first ores of iron to be mined were deposits of magnetite, a black heavy mineral capable of attracting a piece of iron.

As the deposits of mineral that cropped out at the surface were mined, the search for additional supplies of minerals took place. The science of geology was used to explain the occurrence of ore deposits.

The aim of geological prospecting is to provide information on a preliminary estimation of the deposit and the costs of the geological investigations to be made. It also indicates whether it is available to continue the exploration or not.

Prospecting work includes three stages: 1) finding signs of the mineral; 2) finding the deposit; 3) exploring the deposit.

General indications of the possibility of exposing this or that mineral in a locality can be obtained by studying its general topographical relief, the type of ground and its general natural conditions. Thus, in mountainous regions where fissures were formed during the process of mountain formation, ore minerals could be expected in the fissure fillings. In hilly regions, sedimentary deposits would be expected.

Certain deposits are found only in a particular type of ground. Coal seams, for example, are found in sedimentary formations mainly consisting of sandstones and shales. Veins, on the other hand,

are found in crystalline (igneous) rocks, and the type of country rock usually determines the type of minerals.

At present, prospecting methods to be used are as follows:

1. Surface geological and mineralogical prospecting such as panning.
2. Geophysical, geochemical, geobotanical prospecting.
3. Aerial photography with geological interpretation of the data to be obtained is highly effective from aircraft or helicopter. Besides, successful development of space research has made it possible to explore the Earth's resources from space by satellites.

In modern prospecting the methods mentioned above are used together with the study of geological maps.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The search for economically useful mineral deposits is called proving.
2. Last century prospectors looked for visible evidence of mineral deposits.
3. The first ores of iron to be mined were deposits of galena.
4. The science of geology can explain the mode of occurrence of ore deposits.
5. As a rule prospecting includes four stages.
6. The study of general topographical relief and the type of ground makes it possible to expose this or that deposit.
7. Geologists know that certain deposits are only found in a particular type of ground.
8. As is known, veins are found in metamorphic rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is prospecting?
2. What is proving?
3. How did prospectors find mineral deposits in the 19th century?
4. Does gold occur in nature as a heavy malleable yellow metal or as a heavy dark-grey one?
5. What metal is capable of attracting a piece of iron?
6. What does prospecting work provide?
7. What are the three main stages of prospecting?
8. Is it enough to know only the topographical relief of a locality for exposing this or that mineral?
9. What methods of prospecting do you know?
10. What are the most effective aerial methods of prospecting now?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. country rock	а) залегание рудных месторождений
2. panning	б) блестящий металл
3. the search for commercially useful deposits	в) коренная (основная) порода
4. geological exploration	г) дополнительные запасы минералов
5. to look for evidence of mineralization	д) промывка (золотоносного песка в лотке)
6. distinctive properties	е) геологическая разведка (с попутной добычей)
7. lustrous metal	ж) искать доказательства наличия месторождения
8. capable of attracting a piece of iron	з) отличительные свойства
9. additional supplies of minerals	и) поиски экономически полезных месторождений
10. the occurrence of ore deposits	к) способный притягивать кусок металла

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1.	стоимость геологических исследований	а) the data obtained
2.	выходить на поверхность (обнажаться)	б) galena, sandstones and shales
3.	произвести предварительную оценку (месторождения)	в) the cost of geological investigations
4.	визуальные наблюдения с воздуха	г) to crop out
5.	полученные данные	д) certain ore deposits
6.	галенит, песчаники и сланцы	е) to make a preliminary estimation (of a deposit)
7.	общие показания	ж) visual aerial observations
8.	находить признаки месторождения	з) to find the signs of a deposit
9.	определенные рудные месторождения	и) general indications

№8

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit -** алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять*;* погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking -** проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping -** *a* наклонный; **gently sloping -** с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike -** вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

TEXT 8: Exploration of Mineral Deposits

Exploration is known to include a whole complex of investigations carried out for determining the industrial importance of a deposit. The main task is to determine the quality and quantity of mineral and the natural and economic conditions in which it occurs. The exploration of the deposit is divided into three stages, namely preliminary exploration, detailed exploration and exploitation exploration.

The aim of preliminary exploration is to establish the general size of a deposit and to obtain an approximate idea of its shape, dimensions and quality. At this stage the geological map of the deposit is corrected and a detailed survey of its surface is completed.

The information on the preliminary exploration is expected to give an all-round description of the deposit which will enable the cost of its detailed exploration to be estimated.

The following points should be taken into consideration: 1) the shape and area of the deposit; 2) its depth and angles of dip and strike; 3) its thickness; 4) the properties of the surrounding rock and overburden; 5) the degree of uniformity of distribution of the mineral within the deposit and the country rock, etc.

Preliminary explorations can make use of exploratory openings such as trenches, prospecting pits, adits, crosscuts and boreholes. They are planned according to a definite system, and some are driven to a great depth.

All the exploratory workings are plotted on the plan. These data allow the geologist to establish the vertical section of the deposit.

The quality of the mineral deposit is determined on the basis of analyses and tests of samples taken from exploratory workings.

The method of exploration to be chosen in any particular case depends on the thickness of overburden, the angle of dip, the surface relief, the ground water conditions and the shape of the mineral deposit.

The task of the detailed exploration is to obtain reliable information on the mineral reserves, their grades and distribution in the different sectors of the deposit. Detailed exploration data provide a much more exact estimate of the mineral reserves.

Mine or exploitation exploration is known to begin as soon as mining operations start. It provides data for detailed estimates of the ore reserves of individual sections. It facilitates the planning of current production and calculating the balance of reserves and ore mined.

The searching and discovering of new mineralized areas are based on geological survey and regional geophysical prospecting. The results of these investigations provide data on iron-bearing formations and new deposits for commercial extraction.

In detailed exploration both underground workings and borehole survey are used. Core drilling with diamond and carbide bits is widely used. Non-core drilling is also used in loose rocks in combination with borehole geophysical survey.

One of the main methods to explore coal deposits is also core-drilling. Modern drilling equipment makes it possible to accurately measure bed thickness and determine structure of beds, faults and folds. Recording control instruments are attached to drilling rigs which allow the geologists to get reliable samples good for nearly all parameters of coal quality to be determined.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The purpose of preliminary exploration is to determine the mineral reserves and their distribution in the different sectors of the deposit.
2. The properties of the surrounding rock and overburden should be taken into consideration during the preliminary exploration.
3. The purpose of the detailed exploration is to find out the quantity (reserves) of the deposit.
4. Exploitation exploration facilitates the planning of current production.
5. Both core drilling and non-core drilling are widely used.

6. Recording control instruments allow geologists to get reliable ore samples.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What stages does exploration include?
2. What is the main purpose of preliminary exploration?
3. What should be taken into consideration by geologists during preliminary exploration?
4. What exploratory openings do you know?
5. Do you know how the quality of the mineral deposit is determined?
6. What is the aim of a detailed exploration?
7. Is core drilling used in prospecting for loose rocks?
8. What is drilling equipment used for?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. bedded deposits
2. core drilling
3. the angle of dip of the seam
4. the thickness of overburden
5. exploratory workings
6. composition of minerals
7. pits and crosscuts
8. to exploit new oil deposits
9. sampling
10. geological section

а) мощность наносов
б) разрабатывать новые месторождения нефти
в) шурфы и квершлаги
г) пластовые месторождения
д) опробование (отбор) образцов
е) угол падения пласта
ж) колонковое бурение
з) геологический разрез (пород)
и) состав минералов
к) разведочные выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих сочетаний слов:

1. буровые скважины
2. по простиранию пласта
3. равномерность распределения минерала в залежи
4. водоносность пород
5. карбидные и алмазные коронки
6. детальная разведка
7. использовать новые поисковые методы
8. проникать в залежь
9. коренная порода
10. свойства окружающих пород

а) ground water conditions
б) detailed exploration
в) boreholes
г) along the strike of the bed (seam)
д) carbide and diamond bits
е) the uniformity of mineral distribution in the deposit
ж) the properties of surrounding rocks
з) to make use of new prospecting methods
и) country rock
к) to penetrate into the deposit

3. Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций)

Грамматические конструкции представлены на стр. 6 – 40.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

Семья. Family

родственник relative, relation
родители parents
мать (мама) mother (mom, mum, mama, mamma, mummy, ma)
отец (папа) father (dad, daddy, papa, pa)
жена wife
муж husband
супруг(а) spouse
ребенок, дети child, children
дочь daughter
сын son
сестра sister
брат brother
единственный ребенок only child
близнец twin
близнецы, двойняшки twins
брат-близнец twin brother
сестра-близнец twin sister
однояйцевые близнецы identical twins
тройняшки triplets
бабушка и дедушка grandparents
бабушка grandmother (grandma, granny, grandmamma)
дедушка grandfather (grandpa, granddad, grandpapa, grandad)
внуки grandchildren
внучка granddaughter
внук grandson
прабабушка great-grandmother
прадедушка great-grandfather
прабабушка и прадедушка great-grandparents
правнуки great-grandchildren
тётя aunt
дядя uncle
крестный (отец) godfather
крестная (мать) godmother
отчим, приемный отец stepfather
мачеха, приемная мать stepmother
сводный брат stepbrother
сводная сестра stepsister
брат по одному из родителей half-brother
сестра по одному из родителей half-sister
приемный, усыновленный сын adopted son
приемная, удочеренная дочь adopted daughter
приемный ребенок adopted child
патронатная семья, приемная семья foster family
приемный отец foster father
приемная мать foster mother
приемные родители foster parents

приемный сын foster son
приемная дочь foster daughter
приемный ребенок foster child
неполная семья (с одним родителем) single-parent family
родня the kin, the folks
племянница niece
племянник nephew
двоюродный брат cousin (male)
двоюродная сестра cousin (female)
двоюродный брат (сестра), кузен (кузина) first cousin
троюродный брат (сестра) second cousin
четвероюродный брат (сестра) third cousin
родня со стороны мужа или жены in-laws
свекровь mother-in-law (husband's mother)
свёкор father-in-law (husband's father)
тёща mother-in-law (wife's mother)
тесть father-in-law (wife's father)
невестка, сноха daughter-in-law
зять son-in-law
шурин, свояк, зять, деверь brother-in-law
свояченица, золовка, невестка sister-in-law
семейное положение marital status
холостой, неженатый, незамужняя single
женатый, замужняя married
брак marriage
помолвка engagement
помолвленный, обрученный engaged
развод divorce
разведенный divorced
бывший муж ex-husband
бывшая жена ex-wife
расставшиеся, не разведенные, но не проживающие одной семьей separated
вдова widow
вдовец widower
подружка, невеста girlfriend
друг, парень, ухажер boyfriend
любовник, любовница lover
ухажер, жених, подружка, невеста, обрученный fiance
свадьба wedding
невеста на свадьбе bride
жених на свадьбе (bride)groom
медовый месяц honeymoon

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

The Ural State Mining University

Mining University – Горный университет; **higher educational institution** - высшее учебное заведение; **to provide** - зд. Предоставлять; **full-time education** - очное образование; **extramural education** - заочное	**scientific research centre** - центр научных исследований; **master of science** - кандидат наук; **capable** – способный; **to take part in** - принимать участие; **graduate** – выпускник; **to dedicate** – посвящать;

образование; **to award** – награждать; **post-graduate courses** – аспирантура;	**to carry out scientific work** - выполнять научную работу;

Faculty of Mining Technology - горно – технологический; **Faculty of Engineering and Economics** - инженерно-экономический; **Institute of World Economics** – Институт мировой экономики; **Faculty of Mining Mechanics** - горно-механический; **Faculty of Civil Protection** – гражданской защиты; **Faculty of City Economy** – городского хозяйства;	**Faculty of Geology & Geophysics** – геологии и геофизики; **Faculty of extramural education** – заочный; **department** – кафедра; **dean** – декан; **to train specialists in** - готовить специалистов; **to consist of** - состоять из; **preparatory** – подготовительный; **additional** – дополнительный; **to offer** – предлагать;

to house - размещать /ся/; **building** – здание; **Rector's office** – ректорат; **Dean's office** – деканат; **department** – кафедра; **library** – библиотека; **reading hall** - читальный зал; **assembly hall** - актовый зал; **layout** - расположение, план; **administrative offices** - административные отделы;	**computation centre** - вычислительный центр; **canteen** – столовая; **to have meals** – питаться; **hostel** – общежитие; **to go in for sports** - заниматься спортом; **wrestling** – борьба; **weight lifting** - тяжелая атлетика; **skiing** - катание на лыжах; **skating** - катание на коньках; **chess** – шахматы;

academic work - учебный процесс; **academic year** - учебный год; **to consist of** - состоять из; **bachelor's degree** - степень бакалавра; **course of studies** - курс обучения; **to last** - длиться; **term** - семестр; **to attend lectures and classes** - посещать лекции и занятия; **period** - пара, 2 – х часовое занятие; **break** - перерыв; **subject** - предмет; **descriptive geometry** - начертательная геометрия;	**general geology** - общая геология; **foreign language** - иностранный язык; **to operate a computer** - работать на компьютере; **to take a test (an exam)** - сдавать зачет, экзамен; **to pass a test (an exam)** - сдать зачет, экзамен; **to fail a test (an exam)** - не сдать зачет, экзамен; **to fail in chemistry** - не сдать химию; **holidays, vacations** - каникулы; **to present graduation paper** - представлять дипломные работы; **for approval** - к защите;

The Faculty of Mining Technology trains specialists in: mine surveying - маркшейдерская съемка; underground mining of mineral deposits - подземная разработка месторождений полезных ископаемых; mine and underground construction - шахтное и подземное строительство; surface mining (open-cut mining) - открытые горные работы; physical processes of mining, oil and gas production - физические процессы горного и нефтегазового производства; placer mining - разработка россыпных месторождений; town cadastre - городской кадастр.

The Institute of World Economics trains specialists in: land improvement, recultivation and soil protection - мелиорация, рекультивация и охрана земель; engineer protection of environment in mining - инженерная защита окружающей среды в горном деле; computer systems of information processing and control - автоматизированные системы обработки информации и управления; economics and management at mining enterprises - экономика и управление на предприятиях горной промышленности.

The Faculty of Mining Mechanics trains specialists in: electromechanical equipment of mining enterprises - электромеханическое оборудование горных предприятий; designing & production of mining, oil and gas machinery - конструирование и производство горных и нефтегазопромысловых машин; technological and service systems of exploitation and maintenance of machines and equipment - технологические и сервисные системы эксплуатации и ремонта машин и оборудования; motorcars and self-propelled mining equipment - автомобили и самоходное горное оборудование; electric drive and automation or industrial units and technological complexes - электопривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов; automation of technological processes and industries - автоматизация технологических процессов и производств; mineral dressing - обогащение полезных ископаемых.

The Faculty of Geology & Geophysics trains specialists in: geophysical methods of prospecting and exploring mineral deposits - геофизические мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия и минералогия; drilling technology - технология и техника разведки МПИ.

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My town

a building – здание
downtown – деловой центр города
town outskirts – окраина города
a road – дорога
an avenue – проспект
a pavement/a sidewalk - тротуар
a pedestrian – пешеход
a pedestrian crossing – пешеходный переход
traffic lights – светофор
a road sign – дорожный знак
a corner – угол
a school - школа
a kindergarten – детский сад
a university - университет
an institute – институт
an embassy - посольство
a hospital - больница
a shop/a store/a shopping centre/a supermarket – магазин, супермаркет
a department store – универмаг
a shopping mall/centre – торговый центр
a food market – продуктовый рынок
a greengrocery – фруктово-овощной магазин
a chemist’s/a pharmacy/a drugstore - аптека

a beauty salon – салон красоты
a hairdressing salon/a hairdresser's - парикмахерская
a dental clinic/a dentist's – стоматологическая клиника
a vet clinic – ветеринарная клиника
a laundry – прачечная
a dry-cleaner's – химчистка
a post-office – почтовое отделение
a bank – банк
a cash machine/a cash dispenser - банкомат
a library – библиотека
a sight/a place of interest - достопримечательность
a museum – музей
a picture gallery – картинная галерея
a park – парк
a fountain – фонтан
a square – площадь
a monument/a statue – памятник/статуя
a river bank – набережная реки
a beach – пляж
a bay - залив
a café – кафе
a restaurant – ресторан
a nightclub – ночной клуб
a zoo - зоопарк
a cinema/a movie theatre - кинотеатр
a theatre – театр
a circus - цирк
a castle - замок
a church – церковь
a cathedral – собор
a mosque - мечеть
a hotel – отель, гостиница
a newsagent's – газетный киоск
a railway station – железнодорожный вокзал
a bus station - автовокзал
a bus stop – автобусная остановка
an underground (metro, subway, tube) station – станция метро
a stadium – стадион
a swimming-pool – плавательный бассейн
a health club/a fitness club/a gym – тренажерный зал, фитнесс клуб
a playground – игровая детская площадка
a plant/a factory – завод/фабрика
a police station – полицейский участок
a gas station/a petrol station – заправочная автостанция, бензоколонка
a car park/a parking lot - автостоянка
an airport - аэропорт
a block of flats – многоквартирный дом
an office block – офисное здание
a skyscraper - небоскреб
a bridge – мост
an arch – арка
a litter bin/a trash can – урна

a public toilet – общественный туалет
a bench - скамья

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

My speciality

The Earth's Crust and Useful Minerals

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**

clay - *n* глина; глинозем

consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**

crust - *n* кора; *геол.* земная кора

decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение

derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать

destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный

dissolve v растворять

expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure -** *n* обнажение

external - *a* внешний

extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*

force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие

glacier - *n* ледник, глетчер

grain - *n* зерно; **angular grains -** угловатые зерна *(минералов);* **grained -** *a* зернистый

gravel - *n* гравий, крупный песок

internal - *a* внутренний

intrusive - *a* интрузивный, плутонический

iron - *n* железо

layer - *n* пласт

like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно

lime - *n* известь; **limestone -** *n* известняк

loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый

make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*

particle - *n* частица; включение

peat - *n* торф; торфяник

represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative -** *a* характерный, типичный

rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода

sand - *n* песок

sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник

sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary -** *a* осадочный; **sedimentation -** *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose -** *a* сланцеватый, слоистый

shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay -** глинистый сланец; **combustible …**, **oil …** - горючий сланец

siltstone - *n* алеврит

stratification - *n* напластование, залегание

stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**

substance - *n* вещество, материал; сущность

thickness - *n* толщина, мощность

value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable -** *a* ценный *(о руде)*

vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable -** *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

contain - v содержать *(в себе),* вмещать

crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться

contract - v сжиматься; сокращаться

dust - *n* пыль

expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**

fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель

fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*

freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать

gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно

hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом

hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф

influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*

lateral - *a* боковой

occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence -** *n* залегание; **mode of occurrence -** условия залегания

penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*

phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**

pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы

rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**

refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*

resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant -** *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся

size - *n* размер; величина; класс *(угля)*

solution – *n* раствор; **soluble -** *a* растворимый; **solvent -** растворитель; *a* растворяющий

succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно

undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*

uniform – *a* однородный; одинаковый

weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*

to be subjected to подвергаться

Rocks of Earth's Crust

abyssal - *a* абиссальный, глубинный; **hypabissal** - *a* гипабиссальный

adjacent - *a* смежный, примыкающий

ash - *n* зола

belt - *n* пояс; лента; ремень

body - *n* тело, вещество; **solid (liquid, gaseous) bodies** твердые (жидкие, газообразные) вещества; породная масса; массив; месторождение; пласты

common - *a* обычный; общий; *syn* **general;** *ant* **uncommon**

cool - v охлаждать(ся); остывать; прохладный; *ant* **heat** нагревать(ся)

dimension - *n* измерение; *pl* размеры; величина; *syn* **measurement, size**

dust - *n* пыль

dyke – *n* дайка

extrusion - *n* вытеснение; выталкивание; *ant* **intrusion** вторжение; *геол.* интрузия *(внедрение в породу изверженной массы)*

fine - *a* тонкий, мелкий; мелкозернистый; высококачественный; тонкий; прекрасный, ясный (о *погоде);* изящный; **fine-graded (fine-grained)** мелкозернистый, тонкозернистый; **fines -** *n pl* мелочь; мелкий уголь

flow - v течь; литься; *n* течение; поток; **flow of lava** поток лавы

fragmentary - *a* обломочный, пластический

glass - *n* стекло; **glassy** - *a* гладкий, зеркальный; стеклянный
gold - *n* золото
inclined - *a* наклонный
mica - *n* слюда
permit - *v* позволять, разрешать; *syn* **allow, let; make possible**
probably - *adv* вероятно; *syn* **perhaps, maybe**
shallow - *a* мелкий; поверхностный; *ant* **deep** глубокий
sill - *n* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток
band - *n* слой; полоса; прослоек *(породы); syn* **layer**
cleave - *v* расщепляться; трескаться, отделяться по кливажу; **cleavage** *n* кливаж
constituent - *n* составная часть, компонент
define - *v* определять, давать определение
distribute - v **(among)** распределять (между); раздавать;
disturb - *v* нарушать; смещать
excess - *n* избыток, излишек; *ant* **deficiency**
flaky - *a* слоистый; похожий на хлопья
fluid - *n* жидкость; жидкая или газообразная среда
foliate - *v* расщепляться на тонкие слои; **foliated -** *a* листоватый, тонкослоистый; *syn* **flaky**
marble - *n* мрамор
mention - *v* упоминать, ссылаться; *n* упоминание
plate - *n* пластина; полоса *(металла)*
pressure - *n* давление; **rock pressure (underground pressure)** горное давление, давление горных пород
relate - *v* относиться; иметь отношение; **related** *a* родственный; **relation -** *n* отношение; **relationship -** *n* родство; свойство; **relative -** *a* относительный; соответственный
run (ran, run) - *v* бегать, двигаться; течь; работать (о *машине);* тянуться, простираться; управлять *(машиной);* вести *(дело, предприятие)*
schistose - *a* сланцеватый; слоистый
sheet - *n* полоса
slate - *n* сланец; *syn* **shale**
split (split) - *v* раскалываться, расщепляться, трескаться; *syn* **cleave**
trace - *n* след; **tracing –** *n* прослеживание
at least по крайней мере
to give an opportunity (of) давать возможность *(кому-л., чему-л.)*
in such a way таким образом

Fossil Fuels

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость
heat - v нагревать; *n* теплота
liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**

mudstone - *n* аргиллит

purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**

shale - *n* глинистый сланец

the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*

blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)

combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание

continuity - *n* непрерывность, неразрывность

domestic - *a* внутренний; отечественный

estimate - v оценивать; *n* оценка; смета

fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов

fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding -** *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя

intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный

liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*

luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous -** *a* блестящий

matter - *n* вещество; материя

moisture - *n* влажность, сырость; влага

parting - *n* прослоек

plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования

rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля

regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**

smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*

store - v запасать, хранить на складе; вмещать

strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**

thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*

uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие

utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**

volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Prospecting and Exploration

aerial - *a* воздушный; надземный

certain - *a* определенный; некоторый; **certainly** *adv* конечно

cost - (cost) v стоить; *n* цена; стоимость

crop - v (out) обнажать(ся), выходить на поверхность *(о пласте, породе); syn* **expose;** засевать, собирать урожай

dredging - *n* выемка грунта; драгирование

drill - v бурить, сверлить; *n* бурение, сверление; бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение, сверление; **core-drilling** колонковое (керновое) бурение

drive (drore, **driven**) - v проходить *(горизонтальную выработку);* приводить в движение; управлять *(машиной); n* горизонтальная выработка; привод; передача

evidence – *n* основание; признак(и); свидетельства

expect - v ожидать; рассчитывать; думать; предлагать

explore - v разведывать месторождение полезного ископаемого с попутной добычей; **exploratory -** *a* разведочный; **exploration -** *n* детальная разведка; разведочные горные работы по месторождению

galena - *n* галенит, свинцовый блеск

indicate - v указывать, показывать; служить признаком; означать

lead - *n* свинец

look for - v искать

open up - v вскрывать *(месторождение);* нарезать *(новую лаву, забой);* **opening -** *n* горная выработка; подготовительная выработка; вскрытие месторождения

panning - *n* промывка *(золотоносного песка в лотке)*

processing - *n* обработка; - **industry** обрабатывающая промышленность

prove - v разведывать *(характер месторождения или залегания);* доказывать; испытывать, пробовать; **proved -** *a* разведанный, достоверный; **proving -** *n* опробование, предварительная разведка

search - v исследовать; (for) искать *(месторождение); n* поиск; *syn* **prospecting**

sign - *n* знак, символ; признак, примета

store - v хранить, накапливать *(о запасах)*

work - v работать; вынимать, извлекать *(уголь, руду);* вырабатывать; **workable -** *a* подходящий для работы, пригодный для разработки, рабочий *(о пласте);* рентабельный; **working -** *n* разработка, горная выработка

adit - *n* горизонтальная подземная выработка, штольня

angle - *n* угол

approximate - *a* приблизительный

bit - *n* режущий инструмент; буровая коронка, коронка для алмазного бурения; головка бура, сверло; **carbide bit** армированная коронка, армированный бур; **diamond bit -** алмазная буровая коронка

borehole - *n* скважина, буровая скважина

crosscut - *n* квершлаг

dip - *n* падение *(залежи);* уклон, откос; v падать

enable - v давать возможность или право *(что-л. сделать)*

exploit - v разрабатывать *(месторождение);* эксплуатировать; **exploitation** - *n* разработка; эксплуатация

measure - *n* мера; мерка; критерий; степень; *pl* свита, пласты; v измерять

overburden - *n* покрывающие породы, перекрывающие породы; верхние отложения, наносы; вскрыша

pit - *n* шахта; карьер, разрез; шурф

reliable - *a* надежный; достоверный

rig - *n* буровой станок, буровая вышка; буровая каретка; буровое оборудование

sample - *n* образец; проба; v отбирать образцы; опробовать, испытывать

section - *n* участок, секция, отделение, отрезок, разрез, профиль, поперечное сечение; **geological** ~ геологический разрез *(пород)*

sequence - *n* последовательность; порядок следования; ряд

sink (sank, sunk) - v проходить *(шахтный ствол, вертикальную выработку);* углублять; погружать; опускать; **sinking** - *n* проходка *(вертикальных или наклонных выработок);* **shaft sinking -** проходка ствола

slope - *n* наклон; склон; бремсберг; уклон; v клониться, иметь наклон; **sloping -** *a* наклонный; **gently sloping -** с небольшим наклоном

steep - *a* крутой, крутопадающий, наклонный

strike - *n зд.* простирание; v простираться; **across the strike -** вкрест простирания; **along (on) the strike** по простиранию

trench - *n* траншея, канава; котлован; v копать, рыть, шурфовать

to make use (of) использовать, применять

to take into consideration принимать во внимание; *syn* **take into account**

General Information on Mining

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development -** *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal -** *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support -** крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

goaf — завал; обрушенное пространство

double-ended drum bearer — комбайн с двойным барабаном

to identify — опознавать

appraisal — оценка

susceptibility — чувствительность

concealed — скрытый, не выходящий на поверхность

crusher — дробилка

concentration — обогащение

blending — смешивание; составление шихты

screen — сортировать (обыден. уголь); просеивать

froth floatation — пенная флотация

core drilling — колонковое бурение

to delineate — обрисовывать, описывать

lender — заимодавец

feasibility — возможность

in situ mining — повторная разработка месторождения в массиве

screening — просеивание; грохочение

processing — обработка, разделение минералов

Mining and Environment

break v **(broke**, **broken**) отбивать *(уголь или породу),* обрушивать кровлю; разбивать; ломать; л отбойка, обрушение; **break out** отбивать, производить выемку

(руды .или породы); расширять забой; **breakage** л разрыхление, дробление

drill - *n* бур; .перфоратор; бурильный молоток; сверло; v бурить; car ~ буровая тележка; **mounted** ~ перфоратор на колонке; колонковый бурильный молоток; **drilling -** *n* бурение

dump -*n* отвал *(породы);* склад угля; опрокид; **external** ~ внешний отвал; **internal** ~ внутренний отвал; v сваливать (в *отвал);* разгружать; отваливать; опрокидывать *(вагонетку);*

dumper опрокид; самосвал; отвалообразователь; **dumping** л опрокидывание; опорожнение; опрокид; *syn* **tip**

environment - *n* окружение; окружающая обстановка/среда

explode - v взрывать, подрывать; **explosion** - *n* взрыв; **explosive -** *n* взрывчатое вещество; *a* взрывчатый

friable - *a* рыхлый; хрупкий; рассыпчатый; слабый (о *кровле)*

handle - v перегружать; доставлять; транспортировать; управлять машиной; *n* ручка; рукоять; скоба; **handling** - *n* подача; погрузка; перекидка, доставка; транспортировка; обращение с машиной

heap - v наваливать; нагребать; *n* породный отвал, терриконик; *syn* **spoil ~, waste ~**

hydraulicklng - *n* гидродобыча; гидромеханизированная разработка

load - v нагружать, грузить, наваливать; *n* груз; нагрузка; **loader -** *n* погрузочная машина, навалочная машина, перегружатель; грузчик; **cutter-loader -** комбайн, комбинированная горная машина

lorry - *n* грузовик; платформа; *syn* **truck**

mention - v упоминать

overcasting - *n* перелопачивание *(породы)*

pump - *n* насос; **gravel** ~ песковый насос; **sludge** ~ шламовый насос; v качать; накачивать; откачивать

reclamation - *n* восстановление; осушение; извлечение крепи; ~ **of land** восстановление участка *(после открытых работ)*

sidecastiag - *n* внешнее отвалообразование

site - *n* участок, место; **building** ~ строительная площадка

slice - *n* слой; **slicing -** *n* выемка слоями, разработка слоями

strip - v производить вскрышные работы; разрабатывать; очищать *(лаву);* вынимать породу или руду; *n* полоса; **stripper -** *n* забойщик; вскрышной экскаватор; **stripping -** *n* открытая разработка, открытые горные работы; вскрыша; вскрытие наносов

unit - *n* агрегат; установка; устройство; прибор; узел; секция; деталь; машина; механизм; единица измерения; участок

washery - *n* углемойка; рудомойка; моечный цех

to attract smb's attention привлекать чье-л. внимание

backhoe - *n* обратная лопата

blast - *n* взрыв; v взрывать; дуть; продувать; **blasting** - *n* взрывание; взрывные работы; взрывная отбойка

block out - v нарезать залежь на блоки; нарезать столбы

clearing - *n* выравнивание почвы; планировка грунта

crash - v дробить; разрушать; обрушать(ся)

earth-mover - *n* землеройное оборудование; *syn* **excavator**

excavator - *n* экскаватор; **bucket-wheel** - роторный экскаватор; **multi-bucket** ~ многочерпаковый экскаватор; **single-bucket** - одночерпаковый экскаватор

grab - *n* грейфер, ковш, черпак; экскаватор; v захватывать;

grabbing - погрузка грейфером; захватывание

hoist - *n* подъемное установка (машина); подъемник; лебедка; v поднимать; **hoisting** шахтный подъем

plough - *n* струг

power shovel - *n* механическая лопата; экскаватор типа механической лопаты

range - *n* колебание в определенных пределах

rate - *n* норма; скорость, темп; коэффициент; степень; разрез; сорт; мощность; расход *(воды)*

remote - *a* отдаленный; ~ **control** дистанционное управление

result - v (in) приводить (к); иметь своим результатом; (from) следовать (из), происходить в результате

safety - *n* безопасность; техника безопасности

slope - *n* забой, сплошной забой, очистной забой; v очищать забой, вынимать породу, уголь; *syn* **face; sloping** очистные работы; очистная выемка; **open sloping** выемка с открытым забоем; **shrinkage sloping** выемка системой с магазинированием *(руды)*

support - v крепить; поддерживать; подпирать; *n* стойка; опора; поддержание; крепление; *syn* **timbering; powered roof** - механизированная крепь; **self-advancing powered roof** - передвижная механизированная крепь

1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения)

Самостоятельное изучение тем курса предполагает изучение тем практических занятий, представленных в разделе 1, 2, 3 данных методических указаний студентами заочной формы обучения в межсессионный период.

1.5 Подготовка к контрольной работе и 1.6 Написание контрольной работы

Для выполнения контрольной работы студентами кафедрой подготовлены *Методические рекомендации и задания к контрольной работе для студентов данной специальности.*

II. Другие виды самостоятельной работы

2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания (Подготовка к ролевой игре, к практико-ориентированным заданиям, опросу)

2.1.1 Подготовка к ролевой игре

Студенты получают ролевые карточки. Им необходимо обдумать свою роль, стратегию своей роли, вопросы и ответы.

Role card 1

Sasha

The worst thing about your house is lack of privacy. You share your room with a younger sister. You think she goes through all your stuff. She asks you ambarrassing questions about boys, makes little nasty comments about you.

Your parents treat you like a baby. Your father is too much interested in your studying and homework. Your mother makes you do the work about the house alone. You are going to leave home as soon as you are old enough.

- Collect all the arguments to explain your attitude to your family.
- Listen to what the members of your family are saying.
- Don't interrupt them.
- Don't forget that both parents and children are to blame in conflict situations.
- Be polite and friendly

Role card 2

Mother

Your daughter has written a letter of complaint to the youth magazine. She is not satisfied with your attitude to her. You have read this letter. You are worried about the situation in the family and have decided to discuss the problems with a family therapist.

- Say why you have invited the therapist
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha

- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 3

Father

Your daughter is complaining that you treat her like a baby. You don't let her out at night during the week. You always ask her about the boys. You don't believe her when she says she doesn't have any homework to do. Your wife has invited a family therapist to discuss the problems of your family.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 4

Sister

Sasha is complaining that you don't help her with the work about the house. She also says that she can't keep anything secret in her room, you go through all her stuff. She is irritated by your behaviour. She is going to leave your home as soon as she is old enough.

- Say what your attitude to the problem is
- Try to explain Sasha's attitude to you and the whole family.
- Think of your questions to Sasha
- Be objective to her problems – you might have never taken them seriously!
- Try to analyse the situation, don't criticize Sasha
- Follow the therapist's advice
- Be polite and friendly

Role card 5

Family therapist

- Encourage all the members of the family to speak
- Take notes
- Ask questions
- Summarize what you have heard from all the members of the family
- Try to analyse the situation in a short report

2.1.2 Подготовка к практико-ориентированному заданию

Подготовьте устные высказывания по темам:

1. From the history of the Ural State Mining University.
2. Faculties and specialities of the University.
3. The layout of the Ural State Mining University.
4. Student's academic work.

Подготовьте письменные ответы на вопросы:

1. Where do you study?
2. What faculty do you study at?
3. How many faculties are there at the Ural State Mining University?
4. What year are you in?
5. What is your future speciality?
6. What specialities are there at your faculty?
7. When did you enter the University?

8. When was the Sverdlovsk Mining Institute founded?
9. When was it reorganized into the University?
10. In how many buildings is the Ural State Mining University housed?
11. In what building is your faculty housed?
12. Who is the dean of your faculty?
13. What books do you take from the library?
14. Where do you live?
15. Where do you usually have your meals?
16. How long does the course of studies for a bachelor's degree last?
17. How long do the students study for a Diplomate Engineer's course and a Magister's degree?
18. What subjects do you study this term?
19. What lectures and practical classes do you like to attend?
20. Where do the students have their practical work?
21. When do the students present their graduation papers for approval?
22. What graduates can enter the post-graduate courses?
23. What kind of sport do yon like?
24. Where do you go in for sports?

2.1.3 Подготовка к опросу

Ответьте на вопросы на иностранном языке:

1. What specialities does the geological faculty train geologic engineers in?
2. What problems does Geology study?
3. What branches is Geology divided into?
4. What does Economic Geology deal with?
5. What does mineralogy investigate?
6. What does paleontology deal with?
7. What is the practical importance of Geology?
8. Where do graduates of the geological faculty of the Mining University work?
9. What is your future speciality?
10. What kind of work do geologists-prospectors conduct?
11. What do geologists explore during the early stages of geological exploration?
12. What work do geologists conduct while working in. the field?
13. When do geologists start exploratory work?
14. What is the purpose of the exploratory work?
15. How is exploratory work conducted?
16. What contribution do geologists make to the development of the National Economy of our country?
17. What does hydrogeology deal with?
18. Where are ground waters used?
19. Where is thermal (hot) water used?
20. What must hydrogeologists do with ground waters which complicate construction work or mineral extraction?

2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного (по 2 текста на тему)

Text 1: A.M. Terpigorev (1873-1959)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

to defend graduation paper (thesis) - защищать дипломную работу (диссертацию)

to pass an entrance examination - сдать вступительный экзамен

to get a higher education - получить высшее образование

to do one's best (one's utmost, all one can, everything in one's power) - сделать все возможное, не жалеть сил

to make contribution (to) - вносить вклад в *(науку, технику* и т.д.)

choose (chose, **chosen**) - v выбирать; **choice -** *n* выбор

collect - v собирать, коллекционировать

dangerous - *a* опасный

deposit - *n* месторождение, залежь; **bedded deposits -** пластовые месторождения

describe - v описывать, изображать; **description -** *n* описание; **descriptive -** *a* описательный

facility - *n (pl* **facilities)** средства; возможности; оборудование; устройства

fire damp - *n* рудничный газ, метан

harm - *n* вред; *v* вредить; **harmful -** *a* вредный

relate - v относиться, иметь отношение

safety - *n* безопасность; **mine safety** безопасность труда при горных работах; техника безопасности; **safety measures** меры безопасности; **safe -** *a* безопасный; надежный

seam - *n* пласт *(угля); syn* **bed, layer; flat seam** горизонтальный, пологопадающий пласт; **inclined seam** наклонный пласт; **steep seam** крутопадающий пласт; **thick seam** мощный пласт; **thin seam** тонкий пласт

state - *n* состояние; государство; штат; *a* государственный; v заявлять; констатировать; излагать

success - *v* успех; удача; **be a success** иметь успех; **successful** *a* успешный

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Academician A.M. Terpigorev is a well-known mining engineer who successfully combined his practical experience with scientific research. He was bom in 1873 in Tambov. In 1892 he finished school with honours1 and decided to get a higher education. He chose the Mining Institute in St. Petersburg, passed all the entrance examinations successfully and became a student of the Mining Institute.

At the Institute he studied the full range of subjects2 relating to metallurgy, mining and mining mechanics.

At that time students' specialization was based on descriptive courses and elementary practical training. One of the best lecturers was A. P. Karpinsky. His lectures on historical geology were very popular.

During his practical training Terpigorev visited mines and saw that the miners' work was very difficult. While he was working in the Donbas he collected material for his graduation paper which he soon defended. The Mining of flat seams in the Donbas was carefully studied and described in it.

In 1897 Terpigorev graduated from the Institute with a first-class diploma of a mining engineer.

His first job as a mining engineer was at the Sulin mines where he worked for more than three years first as Assistant Manager and later as Manager.

From 1900 till 1922 Terpigorev worked at the Yekaterinoslav Mining Institute (now the Mining Institute in Dnepropetrovsk).

In 1922 he accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Academy and moved to Moscow. From 1930 he headed the chairs5 of Mining Transport and Mining of Bedded Deposits at the Moscow Mining Institute.

Academician Terpigorev took a particular interest in mine safety. As a result of his investigations a series of safety measures in gassy collieries was worked out. For some time he was working on the problem of fire damp, the most harmful and dangerous of all the gases in mines.

His two-volume work Coal Mining and Mine Transport Facilities is a full description of the state of mechanization and the economy of the Donbas. His other works are about mining transport facilities, mechanization of coal mining and mining machinery. He is one of the pioneers in scientific methods of coal gasification.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. After school Terpigorev decided to work in a mine.
2. Terpigorev collected material for his graduation paper which dealt with mining thick seams in the Donbas.
3. For more than three years Terpigorev worked at the Sulin mines.
4. In 1922 Terpigorev accepted an offer to take charge of the mining chair at the Moscow Mining Institute.
5. He investigated the problems of mine safety.
6. He was one of the first to work on the problem of gasification of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. When and where was Terpigorev born?
2. What institute did he graduate from?
3. What material did he collect while he was working in the Donbas?
4. Where did Terpigorev work from 1900 till 1922?
5. At what institute did Terpigorev head the chair of Mining Bedded Deposits?
6. What did Terpigorev take a particular interest in?
7. What works by Terpigorev do you know?
8. What problems do Terpigorev's works deal with?
9. What was the result of his investigations on mine safety?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) охрана труда в шахтах
б) подтверждать
в) добыча угля
г) эксплуатация месторождений
д) метан
е) принять предложение
ж) выполнить задачу, задание
з) горизонтальный пласт
и) собирать материал

1. поступить в институт
2. решать важные проблемы
3. выдающиеся исследователи
4. успешно провести эксперименты
5. выбрать профессию
6. описательный курс
7. происхождение железной руды
8. начальник шахты
9. мероприятия по охране труда

Text 2: A.P. Karpinsky (1847-1936)

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

abroad - *adv* за рубежом
confirm - v подтверждать; утверждать
consider - v считать, полагать, рассматривать
contribute - v вносить вклад; **contribution** вклад
crust - *n* земная кора
detailed - a подробный, детальный
elect - v избирать, выбирать *(голосованием);* назначать *(на должность)*
embrace - v охватывать; обнимать
entire - *a* весь, целый; полный; *syn* **whole**
exist – *v* существовать, быть, жить
foreign - *a* иностранный
former - *a* прежний

investigate - v исследовать; изучать

prominent - *a* знаменитый, выдающийся, известный; *syn* **remarkable, outstanding**

regularity - *n* закономерность

significant - *a* значительный; **significance -** *n* значение, важность; **exhaust the significance** исчерпывать значение

society – *n* общество

staff - *n* персонал; личный состав; штат

various - *a* различный, разный, разнообразный

to advance the view - высказывать мнение *(точку зрения)*

to be interested in - быть заинтересованным *(чём-л.),* интересоваться

to take (an) interest in - заинтересоваться *(чём-л.)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

V.A. Obruchev, I.M. Gubkin, A.Y. Fersman, V.I. Vernadsky and A. P. Karpinsky were the prominent Russian scientists who laid the foundation1 of the Russian school of geology and mining.

An entire epoch in the history of Russian geology is connected with Karpinsky's name. One of the greatest Russian geologists, he was a member and for some time President of the Academy of Sciences of the former USSR and a member of several Academies abroad. The Geological Society of London elected him a foreign member in 1901. His greatest contribution to geology was a new detailed geological map of the European part of Russia and the Urals.

For many years he headed the Russian Geological Committee the staff of which was made up of his pupils. He was one of those geologists who embraced the whole of geological science. He created the new stratigraphy of Russia. He studied the geological systems in various regions of the country and was the first to establish3 the regularity of the Earth's crust movement. His paleontological studies are of no less importance, especially those on palaeozoic ammonoids. He also took an interest in deposits of useful minerals and gave a classification of volcanic rocks. He advanced the view that petroleum deposits existed in Russian, which was confirmed later. He studied some ore and platinum deposits and may be justly considered5 the founder of practical geology of the Urals. He was the first Russian scientist who introduced microscope in the study of petrographic slides.

Karpinsky was a prominent scientist, an excellent man and citizen. He was one of the best lecturers at the Mining Institute in his time. He was also one of the greatest Russian scientists who later became the first elected President of the Academy of Sciences of the USSR. Students were attracted to him not only because he was a great scientist but also because of his charming personality and gentle manner.

Every geologist and every geology student knows very well Karpinsky's most significant work An Outline of the Physical and Geographical Conditions in European Russia in Past Geological Periods.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Karpinsky was the first President of the Academy of Sciences.
2. He worked at the Mining Institute in St.Petersburg.
3. Karpinsky was a member of many Academies abroad.
4. Karpinsky made up a detailed map of the Asian part of our country.
5. He headed the Russian Geological Committee.
6. Karpinsky created a new branch of geology, namely stratigraphy.
7. He only tried to establish the regularity of the Earth's crust movement.
8. Karpinsky may be justly considered the founder of the practical geology of the Urals.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What society elected Karpinsky a foreign member and when?
2. Did he head the Russian Geological Committee or was he a member of that Committee?

3. Did Karpinsky investigate various regions of the Russian territory?
4. Which of his works are the most remarkable?
5. What can you say about Karpinsky's investigations in petrology?

3. Переведите следующие сочетания слов.

а) земная кора
б) составить подробную карту
в) замечательные работы
г) выдающийся ученый
д) залежи полезных ископаемых
е) научное общество
ж) избирать председателя (президента)
з) заложить основы школы
и) интересоваться геологией
к) высказать точку зрения
л) возглавлять комитет

Text 3: Sedimentary Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

cause - v заставлять; вызывать; влиять; причинять; *n* причина, основание; дело; общее дело; *syn* **reason**
clay - *n* глина; глинозем
consolidate - v твердеть, затвердевать, уплотнять(ся); укреплять; *syn* **solidify**
crust - *n* кора; *геол.* земная кора
decay - v гнить, разлагаться; *n* выветривание *(пород);* распад, разложение
derive - v (from) происходить, вести свое происхождение *(от);* наследовать
destroy - v разрушать; уничтожать; **destructive** *a* разрушительный
dissolve v растворять
expose - v выходить *(на поверхность);* обнажаться; **exposure -** *n* обнажение
external - *a* внешний
extrusive - *a* эффузивный, излившийся *(о горной породе)*
force - v заставлять, принуждать; ускорять движение; *n* сила; усилие
glacier - *n* ледник, глетчер
grain - *n* зерно; **angular grains -** угловатые зерна *(минералов);* **grained -** *a* зернистый
gravel - *n* гравий, крупный песок
internal - *a* внутренний
intrusive - *a* интрузивный, плутонический
iron - *n* железо
layer - *n* пласт
like - *a* похожий, подобный; *syn* **similar;** *ant* **unlike;** *adv* подобно
lime - *n* известь; **limestone -** *n* известняк
loose - *a* несвязанный, свободный; рыхлый
make up - v составлять; *n* состав *(вещества)*
particle - *n* частица; включение
peat - *n* торф; торфяник
represent - v представлять собою; означать; быть представителем; **representative** - представитель; **representative -** *a* характерный, типичный
rock – *n* горная порода; **igneous** - изверженная порода; **sedimentary** - осадочная порода
sand - *n* песок
sandstone - *n* песчаник; **fine-grained (medium-grained, coarse-grained)** - мелкозернистый (среднезернистый, грубозернистый) песчаник
sediment - *n* отложение; осадочная порода; **sedimentary -** *a* осадочный; **sedimentation -** *n* образование осадочных пород

schist - *n (кристаллический)* сланец; **schistose -** *a* сланцеватый, слоистый
shale - *n* сланец, сланцевая глина, глинистый сланец; **clay -** глинистый сланец; **combustible …, oil …** - горючий сланец
siltstone - *n* алеврит
stratification - *n* напластование, залегание
stratify - v напластовываться; отлагаться пластами; **stratified** *a* пластовый; *syn* **layered, bedded**
substance - *n* вещество, материал; сущность
thickness - *n* толщина, мощность
value - *n* ценность; важность; величина; значение; **valuable -** *a* ценный *(о руде)*
vary - v изменять(ся); отличать(ся); *syn* **differ, change (from); variable -** *a* переменный; непостоянный; **various** *a* различный; *syn* **different**

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The rocks of the Earth's crust are divided into three main groups: sedimentary rocks, which consist of fragments or particles of pre-existing rocks; igneous rocks which have solidified from magma and metamorphic rocks. Metamorphic rocks have been derived from either igneous or sedimentary rocks.

Sedimentary rocks represent one of the three major groups of rocks that make up the crust of the Earth. Most sedimentary rocks have originated by sedimentation. They are layered or stratified. Thus, stratification is the most important characteristic of sediments and sedimentary rocks. It is necessary to note that the processes which lead to the formation of sedimentary rocks are going on around us.

Sediments are formed at or very near the surface of the Earth by the action of heat, water (rivers, glaciers, seas and lakes) and organisms.

It should be noted that 95 per cent of the Earth's crust is made up of igneous rocks and that only 5 per cent is sedimentary. In contrast, the amount of sedimentary rocks on the Earth's surface is three times that of igneous rocks.

Strictly speaking, sedimentary rocks form a very small proportion by volume of the rocks of the Earth's crust. On the contrary, about three quarters of the Earth's surface is occupied by sedimentary rocks. It means that most of sedimentary rocks are formed by sediments, accumulations of solid material on the Earth's surface.

The thickness of the layers of sedimentary rocks can vary greatly from place to place. They can be formed by the mechanical action of water, wind, frost and organic decay. Such sediments as gravel, sand and clay can be transformed into conglomerates, sandstones and clay schists as a result of the accumulation of materials achieved by the destructive mechanical action of water and wind.

Mechanical sediments can be unconsolidated and consolidated. For example, gravel, sand and clay form the group of unconsolidated mechanical sediments, because they consist of loose uncemented particles (grains).

On the Earth's surface we also find consolidated rocks, which are very similar to the loose sediments whose particles are firmly cemented to one another by some substance. The usual cementing substances are sand, clay, calcium carbonate and others. Thus sandstones are consolidated rocks composed of round or angular sand grains, more or less firmly consolidated. Like sand, sandstones can be divided into fine-grained, medium-grained and coarse-grained.

On the other hand, chemical sediments are the result of deposits or accumulations of substances achieved by the destructive chemical action of water. The minerals such as rock salt, gypsum and others are formed through sedimentation of mineral substances that are dissolved in water.

Sediments can also be formed by the decay of the remains of organisms, by the accumulation of plant relics.1 They are called organic sediments. Limestones, peat, coal, mineral oil and other sediments may serve as an example of organic sediments.

The most principal kinds of sedimentary rocks are conglomerate, sandstone, siltstone, shale, limestone and dolomite. Many other kinds with large practical value include common salt, gypsum, phosphate, iron oxide and coal.

As is known, water, wind and organisms are called external forces, because their action depends on the energy which our planet receives from the Sun.

1). Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The rocks of the Earth's crust are divided into two main groups.
2. Igneous rocks are composed of particles of pre-existing rocks.
3. Sedimentary rocks are stratified.
4. Sediments are formed by the action of glaciers.
5. Igneous rocks make up 75 per cent of exposed rocks.
6. Conglomerates are formed as a result of the accumulation of materials caused by the destructive mechanical action of water.
7. Sandstones are consolidated rocks.
8. Clays are unconsolidated mechanical sediments.
9. Chemical sediments are formed by the destructive chemical action of water.
10. Peat and coal are the organic sediments which are of great practical value.
11. Clay schist was formed at the beginning of the sedimentation period and clay was formed later.

2). Ответьте на вопросы:

1. What main groups of rocks do you know?
2. Do sedimentary rocks consist of particles of pre-existing rocks?
3. How were igneous rocks formed?
4. Do you know how sedimentary rocks have originated?
5. What is the most important characteristic feature of sediments?
6. Do sedimentary rocks account for 10 per cent of the Earth's crust?
7. Is gravel consolidated mechanical sediment? And what about sand and clay?
8. What are cementing substances? Can calcium carbonate be used as a cementing substance?
9. Are there only fine-grained sandstones?
10. What can you say about chemical sediments?
11. Can you give an example of organic sediments? How are they formed?

3) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	земная кора	а) sandstone
2.	растворяться в воде	б) fine-grained sand
3.	песчаник	в) the Earth's crust
4.	уплотненные осадки	г) exposed rocks
5.	изверженные породы	д) to dissolve in water
6.	мелкозернистый песок	е) like gypsum
7.	затвердевать	ж) consolidated sediments
8.	подобно гипсу	з) igneous rocks
9.	обнаженные породы	и) to solidify, to consolidate

б) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих сочетаний слов.

1.	coarse-grained sand	а) разрушительная сила воды
2.	siltstone and shale	б) пластовые месторождения
3.	the destructive action of water	в) доледниковый период

4.	existing rocks	г) крупнозернистый (грубо- зернистый) песок
5.	chemical decay	д) частицы вещества
6.	sedimentary rocks	е) алеврит и сланец
7.	stratified deposits	ж) существующие породы
8.	pre-glacial period	з) осадочные породы
9.	particles of a substance	и) химический распад

Text 4: Weathering of Rocks

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

contain - v содержать *(в себе),* вмещать
crack - *n* трещина; щель; v давать трещину; трескаться, раскалываться
contract - v сжиматься; сокращаться
dust - *n* пыль
expand - v расширяться); увеличивать(ся) в объеме; **expansion** *n* расширение; *ant* **contract**
fissure - *n* трещина *(в породе, угле);* расщелина; щель
fracture - *n* трещина; излом; разрыв; v ломать(ся); раздроблять *(породу)*
freeze - *v* замерзать; замораживать; застывать
gradual - *a* постепенный; **gradually** *adv* постепенно
hard - *a* твердый, жесткий; *ant* **soft;** тяжелый (о *работе); adv* сильно, упорно; **hardly** *adv* едва, с трудом
hole - *n* отверстие; скважина; шпур; шурф
influence - *n* влияние; v **(on, upon)** влиять (не *что-л.)*
lateral - *a* боковой
occur - *v* залегать; случаться; происходить; *syn* **take place, happen; occurrence -** *n* залегание; **mode of occurrence -** условия залегания
penetrate - *v* проникать *(внутрь),* проходить через *(что-л.)*
phenomenon - *n* явление; *pi* **phenomena**
pressure - *n* давление; **lateral pressure** боковое *(горизонтальное)* давление; **rock pressure** горное давление, давление породы
rate - *n* степень, темп; скорость, норма; производительность; сорт; *syn* **speed, velocity**
refer - v (to) ссылаться *(на что-л.);* относиться *(к периоду, классу)*
resist - *v* сопротивляться; противостоять; противодействовать; **resistance** - *n* сопротивление; **resistant -** *a* стойкий; прочный; сопротивляющийся
size - *n* размер; величина; класс *(угля)*
solution – *n* раствор; **soluble -** *a* растворимый; **solvent -** растворитель; *a* растворяющий
succession – *n* последовательность, непрерывный ряд; **in succession** последовательно
undergo (underwent, undergone) - *v* испытывать *(что-л.),* подвергаться *(чему-л.)*
uniform – *a* однородный; одинаковый
weathering - *n* выветривание; эрозия *(воздействию, влиянию и т.д.)*
to be subjected to подвергаться

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

All rocks which are exposed on the Earth's surface (high mountain peaks, deserts) are decomposed to a certain degree. The process of rock disintegration by the direct influence of local atmospheric conditions on the Earth's surface is called weathering. This phenomenon is often referred to in geology because weathering is an active process. It takes place in the upper layers of the Earth's crust.

The main cause of physical weathering is the change in temperature that takes place with the succession of day and night. This phenomenon can best be observed in the deserts and high mountains where the changes in temperature are common.

During the day under the influence of heat, rocks expand whereas at night they begin to contract. As rocks are generally composed of different minerals, their expansion and contraction do not occur uniformly. As a result of this rocks crack. At the beginning these cracks or fissures are hardly noticeable but gradually they become wider and deeper until the whole surface of rock is finally transformed into gravel, sand or dust.

In the regions of a moderate or cold climate, where the temperature in winter goes down to below 0 (zero), the decomposition of rocks is greatly facilitated by the action of water. When water freezes it increases in volume and develops enormous lateral pressure. Under the action of water, rocks decompose to pieces of varied forms and sizes.

The decomposition of rocks under the direct influence of heat and cold is called physical weathering.

Rocks are subjected not only to physical decomposition but also to chemical weathering, i.e. to the action of chemical agents, such as water, carbon dioxide and oxygen. In a general way, chemical weathering is an acid attack on the rocks of the Earth's crust, in particular an attack on the most abundant minerals — quartz (sand) and aluminosilicates (clays). Only few minerals and rocks are resistant to the action of natural waters. The solvent action of water is stronger when it contains carbon dioxide. Water causes more complex and varied changes. With the participation of oxygen and carbon dioxide up to 90 per cent of rocks is transformed into soluble minerals, which are carried away by the waters.

Organisms and plants also take part in the disintegration of rocks. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks by making holes in them to live in. The action of plants can often be even more destructive. Their roots penetrate into the fissures of rocks and develop the lateral pressure which fractures and destroys rocks.

1. Укажите, какие предложены соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. The process of sedimentation is called weathering.
2. The change in temperature causes physical weathering.
3. As a rule during the night rocks expand.
4. When freezing water decreases in volume and develops enormous lateral pressure.
5. The decomposition of rocks is due to the influence of heat and cold.
6. As a rule water contains dissolved mineral substances.
7. The solvent action of water is stronger when it does not contain carbon dioxide.
8. It should be noticed that the action of organisms and plants is destructive.
9. Certain marine organisms accelerate the destruction of rocks.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What process is called weathering?
2. What process is called physical weathering?
3. Where can the phenomenon of physical weathering be best observed?
4. What process is called chemical weathering?
5. What substances can act as solvents?
6. Are all minerals and rocks resistant to the action of natural waters or only few minerals and rocks can resist the action of water?
7. How do organisms act on the destruction of rocks?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. the Earth's surface
2. to be composed of different minerals
3. the expansion of rocks
4. changes in temperature

5. under the influence of heat
6. weathering
7. destructive forces
8. a great number of fractures
9. to penetrate into fissures

а) под влиянием тепла
б) разрушительные силы
в) выветривание
г) большое количество трещин
д) состоять из различных минералов
е) расширение пород
ж) проникать в трещины
з) изменения температуры
и) поверхность земли

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. увеличиваться в объеме
2. развивать боковое давление
3. способствовать разрушению пород
4. подвергаться гниению
5. растворять вещества
6. сопротивляться (чему-л.)
7. некоторые органические вещества
8. ускорять процесс выветривания
9. куски породы различных размеров

а) to facilitate the decomposition of rocks
б) to increase in volume
в) to resist (smth)
г) rock pieces of varied (different) sizes
д) to accelerate the process of weathering
е) to be subjected to decay
ж) to dissolve substances
з) to develop lateral pressure
и) certain organic substances

Text 5: Fossil Fuels

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

accumulate - v накапливать; скопляться
ancient - *a* древний, старинный; *ant* **modern**
associate - v связывать, соединять, ассоциироваться; *syn* **connect, link**
burn (burnt) - v сжигать; гореть; жечь
charcoal - *n* древесный уголь
convenient - *a* удобный, подходящий
crude - *a* сырой, неочищенный
dig (dug) - v добывать; копать; **digger -** n угольный экскаватор; землеройная машина
divide - v делить; (from) отделять; разделять
evidence - *n* доказательство; очевидность; признак(и)
fossil - *a* окаменелый, ископаемый; *n* ископаемое *(органического происхождения);* окаменелость
heat - v нагревать; *n* теплота
liquid - *a* жидкий; n жидкость; *ant* **solid**

manufacture - *v* изготовлять, производить; *syn* **produce**
mudstone - *n* аргиллит
purpose - *n* цель; намерение; *syn* **aim, goal**
shale - *n* глинистый сланец
the former … the latter - первый *(из вышеупомянутых)* последний *(из двух названных)*

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The chief sources of energy available to man today are oil, natural gas, coal, water power and atomic energy. Coal, gas and oil represent energy that has been concentrated by the decay of organic materials (plants and animals) accumulated in the geologic past. These fuels-are often referred to as fossil fuels.

The word fossil (derived from the Latin fodere "to dig up") originally referred to anything that was dug from the ground, particularly a mineral. Today the term fossil generally means any direct evidence of past life, for example, the footprints of ancient animals. Fossils are usually found in sedimentary rocks, although sometimes they may be found in igneous and metamorphic rocks as well. They are most abundant in mudstone, shale and limestone, but fossils are also found in sandstone, dolomite and conglomerate.

Most fuels are carbon-containing substances that are burned in air. In burning fuels give off heat which is used for different purposes.

Fuels may be solid, liquid and gaseous. Solid fuels may be divided into two main groups, natural and manufactured. The former category includes coal, wood, peat and other plant products. The latter category includes coke and charcoal obtained by heating coal in the absence of air.

Liquid fuels are derived almost from petroleum. In general, natural petroleum, or crude oil, as it is widely known, is the basis of practically all industrial fuels. Petroleum is a mixture of hundreds of different hydrocarbons — compounds composed of hydrogen and carbon — together with the small amount of other elements such as sulphur, oxygen and nitrogen. Petroleum is usually associated with water and natural gas. It is found in porous sedimentary rocks where the geological formation allowed the oil to collect from a wide area. Petroleum is one of the most efficient fuels and raw materials.

Of gaseous fuels the most important are those derived from natural gas, chiefly methane or petroleum. Using gaseous fuels makes it possible to obtain high thermal efficiency, ease of distribution and control. Gas is the most economical and convenient type of fuels. Today gas is widely utilized in the home and as a raw material for producing synthetics.

Scientists consider that a most promising source of natural resources may be the floor of the sea, a subject which now has become an important field of research.

Generally speaking, all types of fossil fuels described in the text are of great economic importance as they represent the sources of energy the man uses today.

1. Укажете, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Coal, water power and atomic energy are the only sources of energy available to man today.
2. Coal, wood and peat represent natural group of solid fuels.
3. As a rule fossil fuels are found in sedimentary rocks.
4. Crude oil is widely used for producing solid fuels.
5. Petroleum can be found in porous sedimentary rocks.
6. Gas is used to produce synthetic materials.
7. Not all types of fossil fuels burn.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What fuels are often referred to as fossil fuels?
2. What does the word fossil mean?
3. What rocks are most abundant hi fossil fuels?

4. What types of fossil fuels do you know?
5. Is coke a natural or manufactured solid fuel? And what can you say about coal and peat?
6. How are coke and charcoal produced?
7. What rocks is petroleum usually associated with?
8. What are the advantages of gaseous fuels?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов сочетаний слов.

1.	fossil fuel	а) дерево и торф
2.	raw material	б) небольшое количество аргиллита
3.	crude oil	в) органическое топливо
4.	the chief sources of energy	г) сланец и известняк
5.	to refer to	д) сырье
6.	any direct or indirect evidence of the deposit	е) материалы, содержащие углерод
7.	shale and limestone	ж) главные источники энергии
8.	carbon-containing materials	з) любые прямые или косвенные признаки месторождения
9.	wood and peat	и) сырая (неочищенная) нефть
10.	the small amount of mudstone	к) относиться к (чему-л.); ссылаться на (что-л.)

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов.

1.	древесный уголь и кокс	а) to collect data
2.	жидкое топливо	б) charcoal and coke
3.	накапливать	в) to be composed of limestones
4.	собирать данные	г) liquid fuel
5.	происходить от	д) to accumulate
6.	получать хорошие результаты	е) to derive from
7.	богатый горючими сланцами	ж) to obtain good results
8.	состоять из известняков	з) abundant in oil shales

Text 6: Coal and Its Classification

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

bench - *n* слой, пачка *(пласта)*
blend - v смешивать(ся); вклинивать(ся)
combustion - *n* горение, сгорание; **spontaneous combustion** самовоспламенение, самовозгорание
continuity - *n* непрерывность, неразрывность
domestic - *a* внутренний; отечественный
estimate - v оценивать; *n* оценка; смета
fault - *n* разлом, сдвиг *(породы);* сброс; **faulting** *n* образование разрывов или сбросов
fold - *n* изгиб, складка, флексура; **foulding -** *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва
inflame - v воспламеняться; загорать(ся); **inflammable** - *a* воспламеняющийся, горючий, огнеопасный; **flame** - *n* пламя
intermediate - *a* промежуточный; вспомогательный
liable - *a* (to) подверженный; подлежащий *(чему-л.)*
luster - *n* блеск *(угля, металла);* **lustrous -** *a* блестящий
matter - *n* вещество; материя
moisture - *n* влажность, сырость; влага
parting - *n* прослоек
plane - *n* плоскость; **bedding plane** плоскость напластования
rank - *n* класс, тип; **coal rank** группа угля, тип угля
regular - *a* правильный; непрерывный; *ant* **irregular** неправильный; неравномерный; **regularity** *n* непрерывность; правильность

similar - *a* похожий, сходный; подобный; *syn* **alike, the same as**
smelt - v плавить *(руду);* выплавлять *(металл)*
store - v запасать, хранить на складе; вмещать
strata - *n pl от* **stratum** пласты породы; свита *(пластов);* формация, напластования породы; *syn* **measures**
thickness - *n* мощность *(пласта, жилы)*
uniform - *a* однородный; равномерный; **uniformity** *n* однородность; единообразие
utilize - v использовать; *syn* **use, apply, employ**
volatile - *a* летучий, быстро испаряющийся

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

Coal is the product of vegetable matter that has been formed by the action of decay, weathering, the effects of pressure, temperature and time millions of years ago.

Although coal is not a true mineral, its formation processes are similar to those of sedimentary rocks.

Structurally coal beds are geological strata characterized by the same irregularities in thickness, uniformity and continuity as other strata of sedimentary origin. Coal beds may consist of essentially uniform continuous strata or like other sedimentary deposits may be made up of different bands or benches of varying thickness.

You can see a seam limited by two more or less parallel planes, a shape which is typical of sedimentary rocks. The benches may be separated by thin layers, of clay, shale, pyrite or other mineral matter, commonly called partings. Like other sedimentary rocks coal beds may be structurally disturbed by folding and faulting.

According to the amount of carbon coals are classified into: brown coals, bituminous coals and anthracite. Brown coals are in their turn subdivided into lignite and common brown coal. Although carbon is the most important element in coal, as many as 72 elements have been found in some coal deposits, including lithium, chromium, cobalt, copper, nickel, tungsten and others.

Lignite is intermediate in properties between peat and bituminous coal, containing when dry about 60 to 75 per cent of carbon and a variable proportion of ash. Lignite is a low-rank brown-to-black coal containing 30 to 40 per cent of moisture. Developing heat it gives from 2,500 to 4,500 calories. It is easily inflammable but burns with a smoky flame. Lignite is liable to spontaneous combustion. It has been estimated that about 50 per cent of the world's total coal reserves are lignitic.

Brown coal is harder than lignite, containing from 60 to 65 per cent of carbon and developing greater heat than lignite (4,000-7,000 calories). It is very combustible and gives a brown powder. Bituminous coal is the most abundant variety, varying from medium to high rank. It is a soft, black, usually banded coal. It gives a black powder and contains 75 to 90 per cent of carbon. It weathers only slightly and may be kept in open piles with little danger of spontaneous combustion if properly stored. Medium-to-low volatile bituminous coals may be of coking quality. Coal is used intensively in blast furnaces for smelting iron ore. There are non-coking varieties of coal.

As for the thickness, the beds of this kind of coal are not very thick (1-1.5 meters). The great quantities of bituminous coal are found in the Russian Federation.

Anthracite or "hard" coal has a brilliant lustre containing more than 90 per cent of carbon and low percentage of volatile matter. It is used primarily as a domestic fuel, although it can sometimes be blended with bituminous grades of coal to produce a mixture with improved coking qualities. The largest beds of anthracite are found in Russia, the USA and Great Britain.

Coal is still of great importance for the development of modern industry. It may be used for domestic and industrial purposes. Being the main source of coke, coal is widely used in the iron and steel industry. Lignite, for example either in the raw state or in briquetted form, is a source of industrial carbon and industrial gases.

There is a strong tendency now for increased research into new technologies to utilize coal. No doubt, coal will be used as a raw material for the chemical industry and petrochemical processes. All

these processes involve coal conversion which include gasification designed to produce synthetic gas from coal as the basis for hydrogen manufacture, liquefaction (разжижение) for making liquid fuel from coal and other processes.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. Anthracite coals may be divided into lignite and common brown coal.
2. Coals are ranked according to the percentage of carbon they contain.
3. Peat, with the least amount of carbon is the lowest rank, then comes lignite or brown coal.
4. Brown coal is hard and it is not liable to spontaneous combustion.
5. Bituminous coal weathers rapidly and one cannot keep it in open piles.
6. Being intensively used in the iron and steel industry bituminous coal varies from medium to high rank.
7. Anthracite or hard coal, the highest in percentage of carbon, can be blended with bituminous grades of coal.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is the classification of coal based on?
2. Is carbon the only element in coal? (Prove it.)
3. Is lignite intermediate in properties between peat and bituminous coal?
4. What heat value does lignite develop when burnt?
5. What coals are liable to spontaneous combustion?
6. What is the difference between lignite and brown coal?
7. Is bituminous coal high- or low-volatile?
8. Does anthracite contain 90 per cent of carbon?
9. Where are the largest deposits of anthracite found? And what can you say about bituminous coal?
10. What do you know about the utilization of coal?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1.	spontaneous combustion	а) легковоспламеняющийся газ
2.	moisture and ash content	б) высокосортный уголь
3.	the most abundant variety	в) плавить железную руду
4.	in its turn	г) самовозгорание
5.	the amount of volatile matter	д) содержание влаги и золы
6.	easily inflammable gas	е) дымное пламя
7.	brilliant lustre	ж) наиболее широко распространенные угли
8.	to smelt iron ore	з) яркий блеск
9.	high-rank coal	и) в свою очередь
10.	a smoky flame	к) количество летучих веществ

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов н сочетаний слов:

1.	тип угля	а) heat value
2.	некоксующийся уголь	б) amount of carbon
3.	доменная печь	в) coal rank
4.	содержание углерода	г) to store coal
5.	смешиваться с другими углями	д) to weather rapidly
6.	улучшенного качества	е) non-coking coal
7.	складировать уголь	ж) blast furnace
8.	теплотворная способность	з) of improved quality
9.	быстро выветриваться	и) to blend with other coals

Text 7: General Information on Mining

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

access - *n* доступ

affect - v воздействовать *(на что-л.);* влиять; *syn* **influence**

barren - *a* непродуктивный; пустой *(о породе)*

chute - *n* скат, спуск; углеспускная выработка; жёлоб

compare - v (with) сравнивать, проводить параллель

contribute - v способствовать, содействовать; делать вклад *(в науку);* **make a (one's) ~ to smth.** сделать вклад во что-л.

cross-section - *n* поперечное сечение, поперечный разрез, профиль

develop - v разрабатывать *(месторождение);* развивать *(добычу);* производить подготовительные работы; **development -** *n* подготовительные работы; развитие добычи; развитие

drift - *n* штрек, горизонтальная выработка

ensure - v обеспечивать, гарантировать; *syn* **guarantee**

face - *n* забой; лава

floor - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

inclination - *n* уклон, скат, наклон *(пластов);* наклонение; **seam** ~ падение *(пласта);* наклон *(пласта)*

incline - *n* уклон, бремсберг, скат; наклонный ствол; **gravity** ~ бремсберг

inclined - *a* наклонный; **flatly** ~ слабо наклонный; **gently** ~ наклонного падения; **medium** ~ умеренно наклонный *(о пластах);* **steeply** ~ крутопадающий

level - *n* этаж, горизонт, горизонтальная горная выработка; штольня; уровень *(инструмент);* нивелир; ватерпас; горизонтальная поверхность

recover - v извлекать *(целики);* выбирать, очищать; добывать *(уголь и т.п.);* восстанавливать

remove - v удалять; убирать; устранять; перемещать; **removal -** *n* вскрыша; выемка; уборка *(породы);* извлечение *(крепи);* перемещение; **overburden** - удаление вскрыши

rib - *n* ребро; выступ; узкий целик, предохранительный целик; грудь забоя

roof - *n* крыша; кровля выработки; кровля пласта *(или* жилы); перекрытие; ~ **support -** крепление кровли

shaft - *n* шахтный ствол; **auxiliary** ~ вспомогательный ствол; **hoisting** ~ подъемный ствол; главный шахтный ствол

tabular - *a* пластовый (о *месторождении);* пластообразный; плоский; линзообразный; *syn* **bedded, layered**

waste - *n* пустая порода; отходы; *syn* **barren rock**

well - *n* буровая скважина; колодец, источник; водоем; зумф

capital investment - капитальные вложения

gate road - промежуточный штрек

in bulk - навалом, в виде крупных кусков

metal-bearing - содержащий металл

production face/working - очистной забой

productive mining - эксплуатационные работы

in view of - ввиду чего-л., принимая во внимание что-л.

with a view to - с целью

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

As has been said, mining refers to actual ore extraction. Broadly speaking, mining is the industrial process of removing a mineral-bearing substance from the place of its natural occurrence in the Earth's crust. The term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells; metal, non-metallic minerals, coal, peat, oil shale and other hydrocarbons from the earth. In other words, the work done to extract mineral, or to prepare for its extraction is called mining.

The tendency in mining has been towards the increased use of mining machinery so that modern mines are characterized by tremendous capacities. This has contributed to: 1) improving working conditions and raising labour productivity; 2) the exploitation of lower-grade metal-bearing substances and 3) the building of mines of great dimensions.

Mining can be done either as a surface operation (quarries, opencasts or open pits) or by an underground method. The mode of occurrence of the sought-for metallic substance governs to a large degree the type of mining that is practised. The problem of depth also affects the mining method. If the rock containing the metallic substance is at a shallow site and is massive, it may be economically excavated by a pit or quarry-like opening on the surface. If the metal-bearing mass is tabular, as a bed or vein, and goes to a great distance beneath the surface, then it will be worked by some method of underground mining.

Working or exploiting the deposit means the extraction of mineral. With this point in view a number of underground workings is driven in barren (waste) rock and in mineral. Mine workings vary in shape, dimensions, location and function.

Depending on their function mine workings are described as exploratory, if they are driven with a view to finding or proving mineral, and as productive if they are used for the immediate extraction of useful mineral. Productive mining can be divided into capital investment work, development work, and face or production work. Investment work aims at ensuring access to the deposit from the surface. Development work prepares for the face work, and mineral is extracted (or produced) in bulk.

The rock surfaces at the sides of workings are called the sides, or hi coal, the ribs. The surface above the workings is the roof in coal mining while in metal mining it is called the back. The surface below is called the floor.

The factors such as function, direct access to the surface, driving in mineral or in barren rock can be used for classifying mine workings:

I. Underground workings:

a) Long or deep by comparison with their cross-section may be: 1) vertical (shaft, blind pit); 2) sloping (slopes, sloping drifts, inclines); 3) horizontal (drifts, levels, drives, gate roads, adits, crosscuts).

b) Large openings having cross dimensions comparable with their length.

c) Production faces, whose dimensions depend on the thick ness of the deposit being worked, and on the method of mining it.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. As a rule, the term "mining" includes the recovery of oil and gas from wells as well as coal, iron ores and other useful minerals from the earth.
2. The increased use of mining machinery has greatly contributed to raising labour productivity and improving working conditions.
3. It is quite obvious that the problem of depth is not always taken into consideration in choosing the mining method.
4. Productive workings are usually used for the immediate extraction of useful mineral.
5. Underground workings are driven in barren rock or in mineral.
6. A shaft is a vertical underground working which is long and deep in comparison with its cross-section.
7. The surface above the mine working is usually called the floor.
8. The rock surfaces at the sides of mine workings arc called the ribs.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What is mining?
2. What has contributed to the better working conditions of the miners?
3. What factors influence the choice of the mining method?
4. In what case is useful mineral worked by open pits?
5. Are exploratory workings driven with a view to finding and proving mineral or are they driven for immediate extraction of mineral?
6. What is the difference between development and production work?
7. What main factors are used for classifying mine workings?
8. What do the dimensions of production faces depend on?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. direct access to the surface
2. open-cast mining
3. tabular (or bedded) deposits
4. oil well
5. underground workings
6. cross-section of a working
7. production face
8. the roof of the mine working
9. to drive mine workings in barren rock
10. to affect the mining method

а) нефтяная скважина
б) проходить горные выработки по пустой породе
в) влиять на метод разработки
г) прямой доступ к поверхности
д) пластовые месторождения
е) открытая разработка
ж) поперечное сечение выработки
з) подземные выработки
и) очистной забой
к) кровля горной выработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов сочетаний слов:

1. способствовать чему-л.
2. размер ствола
3. извлекать, добывать (уголь)
4. штреки и квершлаги
5. пустая порода
6. вообще говоря
7. удалять, перемещать (крепь, вскрышу и др.)
8. с целью ...
9. подготовительные работы
10. мощность пласта

а) thickness of a seam
б) shaft dimension
в) with a view to
г) to contribute to smth.
д) development work
е) to remove (timber, overburden, etc.)
ж) drifts (gate roads) and crosscuts
з) generally speaking

и) to recover (coal)
к) waste (barren) rock

Text 8: Methods of Working Bedded Deposits Underground

Запомните слова и выражения, необходимые для понимания текста:

advantage - *n* преимущество; превосходство; выгода; польза; **advantageous** - *a* выгодный; благоприятный, полезный; **to take advantage of smth** воспользоваться чём-л.

caving - *n* обрушение *(кровли);* разработка с обрушением

deliver - v доставлять, подавать; питать; нагнетать; произносить *(речь);* читать *(лекцию)*

entry - *n* штрек; выработка горизонтальная; *pl* подготовительные выработки; нарезные выработки; штреки

giant - *n* гидромонитор

gravity - *n* сила тяжести; вес, тяжесть; **by ~** самотеком, под действием собственного веса

haul - v доставлять; откатывать; подкатывать; перевозить; **haulage** - *n* откатка; доставка; транспортировка *(по горизонтали)*

longwall - *n* лава; выемка лавами; сплошной забой, сплошная или столбовая система разработки; *syn* **continuous mining; ~ advancing on the strike** выемка лавами прямым ходом по простиранию; сплошная система разработки по простиранию; **~ advancing to the rise** сплошная система разработки с выемкой по восстанию; ~ to **the dip** сплошная система разработки с выемкой по падению; ~ **retreating** выемка лавами обратным ходом; столбовая система разработки лавами

lose (lost) - v терять; **loss -** *n* потеря, убыток

pillar - *n* целик; столб; **shaft** ~ околоствольный целик; ~ **method** столбовая система разработки; ~ **mining** выемка целиков

predominate - v преобладать, превалировать; превосходить; господствовать, доминировать

protect - v охранять, защищать

reach - v простираться, доходить до; добиваться, достигать

satisfy - v удовлетворятъ(ся)

shield - *n* щит; ~ **method** щитовой метод проходки, щитовой способ

room - *n* камера; очистная камера; **room-and-pillar method** камерно-столбовая система разработки

stowing - *n* закладка *(выработанного пространства)*

method of working система разработки

the sequence of working the seams - последовательность отработки пластов

Прочитайте и переведите текст, выполните упражнения на проверку понимания прочитанного:

The method of working (or method of mining) includes a definite sequence and organization of development work of a deposit, its openings and its face work in certain geological conditions. It depends on the mining plan and machines and develops with their improvements. A rational method of working should satisfy the following requirements in any particular conditions: 1) safety of the man; 2) maximum output of mineral; 3) minimum development work (per 1,000 tons output); 4) minimum production cost and 5) minimum losses of mineral.

Notwithstanding the considerable number of mining methods in existence, they can be reduced to the following main types: 1. Methods of working with long faces (continuous mining); 2. Methods of working with short faces (room-and-pillar). The characteristic feature of the continuous mining is the absence of any development openings made in advance of production faces. The main advantage of long continuous faces is that they yield more mineral. Besides, they allow the maximum use of combines (shearers), cutting machines, powered supports and conveyers. The longwall method permits an almost 100 per cent recovery of mineral instead of 50 to 80 per cent obtainable in room-and-pillar methods.

The basic principle of room-and-pillar method is that rooms from 4 to 12 meters wide (usually 6-7) are driven from the entries, each room is separated from each other by a rib pillar. Rib pillars are recovered or robbed after the rooms are excavated. The main disadvantage of shortwall work is a considerable loss of mineral and the difficulty of ventilation. In working bedded deposits methods of mining mentioned above may be used either with stowing or with caving.

In Russia, Germany (the Ruhr coal-field), France and Belgium nearly all the faces are now long ones. In Britain longwall faces predominate.

The USA, Canada, Australia and to some extent India are developing shortwall faces and creating the machines for them. In these countries shortwall faces are widely used.

In Russia the thick seams are taken out to full thickness up to 4.5 m thick if they are steep, and up to 3.5 m thick if they are gently sloping or inclined. In the Kuznetsk coal-field long faces are worked to the dip with ashield protection, using a method proposed by N.Chinakal. In shield mining coal is delivered to the lower working by gravity so that additional haulage is not required.

It should also be noted that in Russia hydraulic mining is widely used as it is one of the most economic and advantageous methods of coal getting. New hydraulic mines are coming into use in a number of coal-fields. Hydraulic mining is developing in other countries as well.

The aim of hydraulic mining is to remove coal by the monitors (or giants) which win coal and transport it hydraulically from the place of work right to the surface. It is quite obvious that the choice of the method of mining will primarily depend on the depth and the shape and the general type of the deposit.

1. Укажите, какие предложения соответствуют содержанию текста. Подтвердите свои ответы фактами из текста.

1. A definite sequence and organization of development work is called mining.
2. Mining methods in existence can be reduced to the two main types.
3. The depth and the shape of the deposit influence the choice of the method of working.
4. As is known, in Belgium all the faces are short now, in Great Britain they amount to 84 per cent.
5. In Australian collieries shortwall faces are widely used.
6. The room-and-pillar method is characterized by the absence of any development openings.
7. High-capacity monitors win coal and transport it hydraulically right to the surface.

2. Ответьте на следующие вопросы:

1. What factors does mining depend on?
2. What is mining?
3. What are the most important factors which affect the choice of the method of working?
4. Do short faces or long faces predominate in Russia? What can you say about the Ruhr coal-field?
5. Is Canada developing shortwall faces or longwall faces?
6. What are the main disadvantages of shortwall faces?
7. What are the two main methods of working?
8. What is the main advantage of long continuous faces?
9. What methods of mining long faces do you know?
10. What method of mining is characterized by the absence of development openings?

3. а) Найдите в правой колонке русские эквиваленты следующих слов в сочетаний слов:

1.	development face	а) сплошная система разработки
2.	great losses	б) выемка целиков
3.	shield method of mining	в) подготовительный забой
4.	continuous mining	г) большие потери
5.	longwall advancing to the dip	д) удовлетворять требованиям
6.	the room-and-pillar method of mining	е) зависеть от геологических условий
7.	to open up a deposit	ж) выемка лавами прямым ходом по падению

8. pillar mining з) щитовая система разработки
9. to satisfy the requirements и) вскрывать месторождение
10. to depend upon the geological conditions к) камерно-столбовая система разработки

б) Найдите в правой колонке английские эквиваленты следующих слов и сочетаний слов:

1. включать (в себя)	а) safety
2. выемка лавами обратным ходом	б) annual output
3. достигать 50%	в) to involve
4. превышать 60%	г) to propose a new method of mining
5. безопасность	д) long wall retreating
6. годовая добыча	е) in connection with difficulties
7. основной недостаток системы разработки	ж) to exceed 60 per cent
8. под-этаж	з) notwithstanding (in spite of)
9. крутопадающий пласт	и) to reach 50 per cent
10. щитовая система разработки	к) the main disadvantage of the method of mining
11. предложить новый способ разработки	л) sublevel
12. в связи с трудностями	м) the shield method of mining
13. несмотря на	н) open up a deposit
14. вскрывать месторождение	о) steep seam

2.3 Подготовка доклада

Подготовьте доклад по одной из предложенных тем.

1. Inigo Jones (1573-1652)
2. Christopher Wren (1632-1723)
3. Geoffrey Chaucer (1340-1400)
4. Samuel Johnson (1709-1784)
5. Alfred Tennyson (1809-1892)
6. Thomas Hardy (1840-1928)
7. John Milton (1608-1674)
8. William Makepeace Thackeray (1811-1863)
9. Henry Wadsworth Longfellow (1807 – 1882)
10. Joshua Reynolds (1723-1792)
11. Thomas More (1478 – 1535)
12. J.M.W. Turner (1775-1851)
13. Thomas Gainsborough (1727 – 1788)
14. Henry Moor (1898-1986)
15. Henry Irving (1838-1905)
16. William Gilbert (1836-1911)
17. Arthur Sullivan (1842-1900)
18. James Watt (1736 - 1819)
19. Thomas Telford (1757 - 1834)
20. Isambard Kingdom Brunel (1806 – 1859)
21. George Stephenson (1781 – 1848)
22. David Livingstone (1813 – 1873)
23. Tony Blair (1953)
24. Winston Churchill (1874 - 1965)
25. Margaret Hilda Thatcher (1925)
26. Sir Isaac Newton (1642 – 1727
27. Alexander Graham Bell (1847 - 1922)

28. Robert Burns (1759 – 1796)

Правила предоставления информации в докладе

Размер	**А4**
Шрифт	Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman 12
Поля	слева – 2 см., сверху и справа – 1 см., снизу – 1
Абзацный отступ	1 см устанавливается автоматически
Стиль	Примеры выделяются курсивом
Интервал	межстрочный интервал – 1
Объем	1 -2 страницы (до 7 минут устного выступления)
Шапка доклада	***Иванова Мария Ивановна*** Екатеринбург, Россия ФГБОУ ВПО УГГУ, МД-13 НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА
	Список использованной литературы

Краткое содержание статьи должно быть представлено на 7-10 слайдах, выполненных в PowerPoint.

2.4 Подготовка к тесту

Тест направлен на проверку страноведческих знаний и знаний межкультурной коммуникации. Для этого студентам необходимо повторить материал, представленный в *Социально-культурной сфере общения* по теме «Страны изучаемого языка» (Я и мир). Для успешного написания теста изучите следующий материал:

THE GEOGRAPHICAL POSITION OF GREAT BRITAIN

The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland covers an area of some 244 thousand square miles. It is situated on the British Isles. The British Isles are separated from Europe by the Strait of Dover and the English Channel. The British Isles are washed by the North Sea in the east and the Atlantic Ocean in the west.

England is in the southern and central part of Great Britain. Scotland is in the north of the island. Wales is in the west. Northern Ireland is situated in the north-eastern part of Ireland.

England is the richest, the most fertile and most populated part in the country. There are mountains in the north and in the west of England, but all the rest of the territory is a vast plain. In the northwestern part of England there are many beautiful lakes. This part of the country is called Lake District.

Scotland is a land of mountains. The Highlands of Scotland are among the oldest mountains in the world. The highest mountain of Great Britain is in Scotland too. The chain of mountains in Scotland is called the Grampians. Its highest peak is Ben Nevis. It is the highest peak not only in Scotland but in the whole Great Britain as well. In England there is the Pennine Chain. In Wales there are the Cumbrian Mountains.

There are no great forests on the British Isles today. Historically, the most famous forest is Sherwood Forest in the east of England, to the north of London. It was the home of Robin Hood, the famous hero of a number of legends.

The British Isles have many rivers but they are not very long. The longest of the English rivers is the Severn. It flows into the Irish Sea. The most important river of Scotland is the Clyde. Glasgow stands on it. Many of the English and Scottish rivers are joined by canals, so that it is possible to travel by water from one end of Great Britain to the other.

The Thames is over 200 miles long. It flows through the rich agricultural and industrial districts of the country. London, the capital of Great Britain, stands on it. The Thames has a wide mouth, that's

why the big ocean liners can go up to the London port. Geographical position of Great Britain is rather good as the country lies on the crossways of the see routes from Europe to other parts of the world. The sea connects Britain with most European countries such as Belgium, Holland, Denmark, Norway and some other countries. The main sea route from Europe to America also passes through the English Channel.

United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland occupies the territory of the British Isles. They lie to the north-west of Europe.

Once upon a time the British Isles were an integral part of the mainland. As a result of sinking of the land surface they became segregated. Great Britain is separated from the continent by the English Channel. The country is washed by the waters of the Atlantic Ocean. Great Britain is separated from Belgium and Holland by the North Sea, and from Ireland — by the Irish Sea.

There are several islands along the coasts. The total area of the British Isles is 325 000 km2. The main islands are Great Britain and Ireland.

The surface of the country is much varied. Great Britain is the country of valleys and plains.

The insular geographical position of Great Britain promoted the development of shipbuilding, different trading contacts with other countries. It has also allowed the country to stay independent for quite a long period of time.

THE BRITISH PARLIAMENT

The British Parliament is the oldest in the world. It originated in the 12th century as Witenagemot, the body of wise councillors whom the King needed to consult pursuing his policy. The British Parliament consists of the House of Lords and the House of Commons and the Queen as its head.

The House of Commons plays the major role in law-making. It consists of Members of Parliament (called MPs for short). Each of them represents an area in England, Scotland, Wales and Ireland.

MPs are elected either at a general election or at a by-election following the death or retirement. Parliamentary elections are held every 5 years and it is the Prime Minister who decides on the exact day of the election. The minimum voting age is 18. And the voting is taken by secret ballot.

The election campaign lasts about 3 weeks, The British parliamentary system depends on political parties.

The party which wins the majority of seats forms the government and its leader usually becomes Prime Minister. The Prime Minister chooses about 20 MPs from his party to become the cabinet of ministers. Each minister is responsible for a particular area in the government. The second largest party becomes the official opposition with its own leader and «shadow cabinet». The leader of the opposition is a recognized post in the House of Commons.

The parliament and the monarch have different roles in the government and they only meet together on symbolic occasions, such as coronation of a new monarch or the opening of the parliament. In reality, the House of Commons is the one of three which has true power.

The House of Commons is made up of six hundred and fifty elected members, it is presided over by the speaker, a member acceptable to the whole house. MPs sit on two sides of the hall, one side for the governing party and the other for the opposition. The first 2 rows of seats are occupied by the leading members of both parties (called «front benches»). The back benches belong to the rank-and-life MPs.

Each session of the House of Commons lasts for 160-175 days. Parliament has intervals during his work. MPs are paid for their parliamentary work and have to attend the sittings.

As mention above, the House of Commons plays the major role in law making. The procedure is the following: a proposed law («a bill») has to go through three stages in order to become an act of Parliament; these are called «readings».

The first reading is a formality and is simply the publication of the proposal. The second reading involves debate on the principles of the bill; it is examination by parliamentary committee.

And the third reading is a report stage, when the work of the committee is reported on to the house. This is usually the most important stage in the process.

When the bill passes through the House of Commons, it is sent to the House of Lords for discussion, when the Lords agree it, the bill is taken to the Queen for royal assent, when the Queen sings the bill, it becomes act of the Parliament and the Law of the Land.

The House of Lords has more than 1000 members, although only about 250 take an active part in the work in the house. Members of this Upper House are not elected; they sit there because of their rank. The chairman of the House of Lords is the Lord Chancellor. And he sits on a special seat, called «Woolsack».

The members of the House of Lords debate the bill after it has been passed by the House of Commons. Some changes may be recommended and the agreement between the two houses is reached by negotiations.

BRITISH TRADITIONS AND CUSTOMS

British nation is considered to be the most conservative in Europe. It is not a secret that every nation and every country has its own customs and traditions. In Great Britain people attach greater importance to traditions and customs than in other European countries. Englishmen are proud of their traditions and carefully keep them up. The best examples are their queen, money system, their weights and measures.

There are many customs and some of them are very old. There is, for example, the Marble Championship, where the British Champion is crowned; he wins a silver cup known among folk dancers as Morris Dancing. Morris Dancing is an event where people, worn in beautiful clothes with ribbons and bells, dance with handkerchiefs or big sticks in their hands, while traditional music-sounds.

Another example is the Boat Race, which takes place on the river Thames, often on Easter Sunday. A boat with a team from Oxford University and one with a team from Cambridge University hold a race.

British people think that the Grand National horse race is the most exciting horse race in the world. It takes place near Liverpool every year. Sometimes it happens the same day as the Boat Race takes place, sometimes a week later. Amateur riders as well as professional jockeys can participate. It is a very famous event.

There are many celebrations in May, especially in the countryside.

Halloween is a day on which many children dress up in unusual costumes. In fact, this holiday has a Celtic origin. The day was originally called All Halloween's Eve, because it happens on October 31, the eve of all Saint's Day. The name was later shortened to Halloween. The Celts celebrated the coming of New Year on that day.

Another tradition is the holiday called Bonfire Night. On November 5, 1605, a man called Guy Fawkes planned to blow up the Houses of Parliament where the king James 1st was to open Parliament on that day. But Guy Fawkes was unable to realize his plan and was caught and later, hanged. The British still remember that Guy Fawkes' Night. It is another name for this holiday. This day one can see children with figures, made of sacks and straw and dressed in old clothes. On November 5th, children put their figures on the bonfire, burn them, and light their fireworks.

In the end of the year, there is the most famous New Year celebration. In London, many people go to Trafalgar Square on New Year's Eve. There is singing and dancing at 12 o'clock on December 31st.

A popular Scottish event is the Edinburgh Festival of music and drama, which takes place every year. A truly Welsh event is the Eisteddfod, a national festival of traditional poetry and music, with a competition for the best new poem in Welsh. If we look at English weights and measures, we can be convinced that the British are very conservative people. They do not use the internationally accepted measurements. They have conserved their old measures. There are nine essential measures. For general use, the smallest weight is one ounce, then 16 ounce is equal to a pound. Fourteen pounds is one stone.

The English always give people's weight in pounds and stones. Liquids they measure in pints, quarts and gallons. There are two pints in a quart and four quarts or eight pints are in one gallon. For length, they have inches: foot, yards and miles.

LONDON

As well as being the capital of England, London is the capital of the United Kingdom. London was founded by the Romans in 43 A.D. and was called Londinium. In 61 A.D. the town was burnt down and when it was rebuilt by the Romans it was surrounded by a wall. That area within the wall is now called the City of London. It is London's commercial and business centre. It contains the Bank of England, the Stock Exchange and the head offices of numerous companies and corporations. Here is situated the Tower of London.

The Tower was built by William the Conqueror who conquered England in 1066. He was crowned at Westminster Abbey. Now most of the Government buildings are located there.

During the Tudor period (16th century) London became an important economic and financial centre. The Londoners of the Elizabethan period built the first theatres. Nowadays the theatre land is stretched around Piccadilly Circus. Not far from it one can see the British Museum and the «Covent Garden» Opera House.

During the Victorian period (19th century) London was one of the most important centers of the Industrial Revolution and the centre of the British Empire. Today London is a great political centre, a great commercial centre, a paradise for theatre-goers and tourists, but it is also a very quiet place with its parks and its ancient buildings, museums and libraries.

LONDON

London is the capital of Great Britain, its political, economic and commercial center. It`s one of the largest cities in the world and the largest city in Europe. Its population is about 9 million. London is one of the oldest and most interesting cities in the world. Traditionally it`s divided into several parts: the City, Westminster, the West End and the East End.

They are very different from each other and seem to belong to different towns and epochs. The heart of London is the City, its financial and business center. Numerous banks, offices and firms are situated there, including the Bank of England, the Stock Exchange and the Old Bailey. Few people live here, but over a million people come to the City to work. There are some famous ancient buildings within the City. Perhaps the most striking of them in St. Paul`s Cathedral, the greatest of British churches. St. Paul`s Cathedral has always dominated the center of London. It stands on the site of former Saxon and Norman churches. They latter were destroyed in the Great Fire and the present building, completed in 1710, is the work of the eminent architect Sir Christopher Wren. It is an architectural masterpiece.

Londoners have a particular affection for St. Paul`s, which is the largest Protestant Church in England. Its high dome, containing the remarkable Whispering Gallery, is a prominent landmark towering above the multistoried buildings which line the river-bank.

The Tower of London was one of the first and most impressive castles built after the Norman invasion of England in 1066. Since the times of William I various kings have built and extended the Tower of London and used it for many purposes. The Tower has been used as a royal palace, an observatory, an arsenal, a state prison, and many famous and infamous people have been executed within its walls. It is now a museum. For many visitors the principal attraction is the Crown Jewels, the finest precious stones of the nation. A fine collection of armour is exhibited in the keep. The security of the Tower is ensured by a military garnison and by the Yeoman Warders or Beefeaters, who still wear their picturesque Tudor uniform.

Westminster is the historic, the governmental part of London. Westminster Abbey is a national shrine where the kings and queens are crowned and famous people are buried. Founded by Edward the Confessor in 1050, the Abbey was a monastery for along time. The present building dates largely from the times of Henry 3, who began to rebuild the church, a task which lasted nearly 300 years. The West towers were added in the eighteenth century. Since William I almost every English monarch has been

crowned in this great church, which contains the tombs and memorials of many of Britain`s most eminent citizens: Newton, Darwin, Chaucer, Dickens, Tennyson, Kipling and etc. One of the greatest treasures of the Abbey is the oaken Coronation Chair made in 1300. The Abbey is also known for its Poet`s Corner. Graves and memorials to many English poets and writers are clustered round about.

Across the road from Westminster Abbey is Westminster Palace, or the Houses of Parliament, the seat of the British Parliament. The Parliament of Great Britain and Northern Ireland consists of the House of Lords and the House of Commons. The House of Lords consists of just over 1,000 members of the different grades of nobility — dukes, marquises, earls, viscounts and barons.

The House of Commons consists of 650 members. They are elected by secret ballot by men and women aged 18 and over. Every Parliament is divided into Sessions. Each of these may last a year and usually begins early in November. The Clock Tower, which contains the hour-bell called Big Ben, is known over the world. The bell is named after Sir Benjamin Hall.

Buckingham Palace is the official residence of the Queen. The West End is the richest and most beautiful part of London. It is the symbol of wealth and luxury. The best hotels, shops, restaurants, clubs, and theatres are situated there. There are splendid houses and lovely gardens belonging to wealthy people.

Trafalgar Square is the geographical center of London. It was named in memory of Admiral Nelson`s victory in the battle of Trafalgar in 1805. The tall Nelson`s Column stands in the middle of the square. On the north side of Trafalgar Square is the National Gallery and the National Portrait Gallery.

Not far away is the British Museum — the biggest museum in London. It contains a priceless collection of ancient manuscripts, coins, sculptures, est., and is famous for its library.

The East End is the poorest district of London. There are a lot of factories, workshops and docks here. The streets are narrow, the buildings are unimpressive. The East End is densely populated by working class families.

PLACES OF INTERESTS IN GREAT BRITAIN

Britain is rich in its historic places which link the present with the past. The oldest part of London is Lud Hill, where the city is originated. About a mile west of it there is Westminster Palace, where the king lived and the Parliament met, and there is also Westminster Abby, the coronation church. Liverpool, the «city of ships», is England’s second greatest port, ranking after London. The most interesting sight in the Liverpool is the docks. They occupy a river frontage of seven miles.

The University of Liverpool, established in 1903, is noted for its School of Tropical Medicine. And in the music world Liverpool is a well-known name, for it’s the home town of «The Beatles».

Stratford-on-Avon lies 93 miles north-west of London. Shakespeare was born here in 1564, and here he died in 1616.

Cambridge and Oxford Universities are famous centers of learning. Stonehenge is a prehistoric monument, presumably built by Druids, members of an order of priests in ancient Britain. Tintagel Castle is King Arthur’s reputed birthplace. Canterbury Cathedral is the seat of the Archbishop of Canterbury, head of the Church of England.

The British Museum is the largest and richest museum in the world. It was founded in 1753 and contains one of the world’s richest collections of antiquities. The Egyptian Galleries contain human and animal mummies. Some parts of Athens’ Parthenon are in the Greek section.

Madam Tussaud’s Museum is an exhibition of hundreds of life-size wax models of famous people of yesterday and today. The collection was started by Madam Tussaud, a French modeller in wax, in the 18th century. Here you can meet Marilyn Monroe, Elton John, Picasso, the Royal Family, the Beatles and many others: writers, movie stars, singers, politicians, sportsmen, etc.

5. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену включает в себя повторение всех изученных тем курса.

Билет на экзамен включает в себя тест и практико-ориентированное задание.

Наименование оценочного средства	*Характеристика оценочного средства*	*Методика применения оценочного средства*	*Наполнение оценочного средства в КОС*	*Составляющая компетенции, подлежащая оцениванию*
Экзамен:				
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тест состоит из 20 вопросов.	КОС - тестовые задания	Оценивание уровня знаний, умений, владений
Практико-ориентированное задание	Задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию	Количество заданий в билете – 1. Предлагаются задания по изученным темам в виде практических ситуаций.	КОС- Комплект заданий	Оценивание уровня знаний, умений и навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.05 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Гребенкин С.М., ст. преподаватель

Одобрены на заседании кафедры
Безопасности горного производства
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*
Елохин В.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 07.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____ *(подпись)*
Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол №1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА……..…..4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ……..……...….5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ……...……..5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ
СИТУАЦИЯХ……...5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ……...……..5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ…….5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ…….5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ…….,……..5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА……. ……..5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА…….…… ……..6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ…….…….,,,,,……7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….,,…..11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….,,..12

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т.е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебникам освойте каждый структурный элемент темы.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

• КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?
21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.

29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.
31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?
49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.

56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.
57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?
74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?

83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.
85. Чем обусловливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удается. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.

Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.

Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.

Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.

Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

• **УТВЕРЖДАЮ**
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ Б1.О.05 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Гребенкин С.М., ст. преподаватель

Одобрены на заседании кафедры
Безопасности горного производства
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Елохин В.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 07.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА

Цель практического занятия — закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Человек и среда обитания: воздействия негативных факторов окружающей среды на человека», и формирование практических навыков расчета воздухообмена в производственных помещениях необходимого для очистки воздуха от вредностей: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

Общие сведения. Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство. В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывно взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему «человек — среда обитания», в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности. В составе окружающей среды выделяют природную, техногенную, производственную и бытовую среду. Каждая среда может представлять опасность для человека. В данной работе рассматривается расчет потребного воздухообмена (L м^3/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической общеобменной вентиляции.

Задание. В помещении объемом V работают n человек со средней производительностью a каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении

производится пайка *N* контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения – оборудование мощностью Рном и осветительная сеть мощностью Роев из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет *К* окон направленных на север размерами 2,5х1,75 м с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для: 1) испарений растворителей и лаков; 2) при пайке припоем ПОС-60; 3) удаления выделяемой людьми углекислоты; 4) удаления избыточного тепла.

Методика и порядок расчета воздухообмена для очистки воздуха.

Потребный воздухообмен определяется по формуле

$$L = \frac{G \times 1000}{x_н - x_в}, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (1.1)$$

где *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; *G*, г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; $x_в$, мг/м^3 – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [1]; $x_н$, мг/м^3 – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338- 03) □4□.

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение n □ □ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле

$$n = \frac{L}{V_п}, \text{ ч}^{-1}, \qquad (1.2)$$

где n, раз/ч – кратность воздухообмена; *L*, м^3/ч – потребный воздухообмен; $V_п$ – внутренний объем помещения, м^3.

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена n > 10 недопустима.

Так как $x_н$ определяется по табл. 1.1 прил.1, а $x_в$ по табл. 1.2 прил.1, то для

расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

Таблица 1.0

Исходные данные для расчёта потребного воздухообмена

№ вар.	*a*, м^2/ч	Материал	*n* чел.	*V* м^3	*N* шт/час	Местность	$P_{ном.}$ кВт	$P_{осв.}$ кВт	*m* окон
1	2	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	100	40	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
2	1,5		2	200	35		20	0,5	3
3	1		3	300	400		30	1	4
4	2		4	400	45	Малые города	40	1	5
5	3	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	500	305		200	1	6
6	4		1	600	48		150	1,5	6
7	3,5		1	700	450	Большие города	200	1	6
8	5		1	800	480		100	2	8
9	0,2	Шпаклевка кистью	3	80	325		10	0,5	2
10	0,3		4	200	420	Сельские населенные пункты	20	1	4
11	1,5	Шпаклевка механизир,	1	200	250		30	1	3
12	1		2	300	450		40	1,5	4
13	0,8	Бесцветный аэролак, окраска кистью	1	150	300	Малые города	50	0,6	2
14	1		2	150	48		60	0,8	3
15	1,2		1	120	335		70	1	2
16	0,7		2	200	400	Большие города	80	1,2	4
17	2	Цветной аэролак, окраска механизир.	1	200	280		90	0,6	4
18	2,5		2	400	480		100	0,8	6
19	2,2		1	400	290	Сельские населенные пункты	150	1,2	8
20	1,8		2	600	300		200	1,5	8
21	0,3	Шпаклевка кистью	1	80	200		250	0,5	I
22	0,4		2	100	250	Малые города	300	0,6	2
23	1	Шпаклевка механизир.	1	150	242		60	1	2
24	1		2	400	440	Большие	80	1	3

25	1,5	Шпаклевка	1	100	270	города	100	1,2	4
26	2	кистью	3	200	180		150	0,5	6

Рассмотрим отдельные характерные случаи выделения вредных веществ в воздух помещения и определения потребного воздухообмена.

1.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле

$$G = \frac{a \times A \times m \times n}{100}, \text{ г/ч}, \qquad (1.3)$$

где a, м^2/ч – средняя производительность по покраске одного рабочего (при ручной покраске кистью – 12 м^2/ч, пульверизатором – 50 м^2/ч); A, г/м^2 – расход лакокрасочных материалов; m, % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах; n – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Численные значения величин A и m определяются по табл. 1.3 прил. 1.

Пример. Определить количество выделяющихся в воздух помещения летучих растворителей.

Решение:

По табл. 3 прил. 1 для цветного аэролака при окраске распылением находим, что A = 180 г/м^2, m = 75 %, тогда G = 50·180·75·2/100 = 13500 г/ч. Далее определяем потребный воздухообмен в помещении по формуле (1.3). Находим для ацетона из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1, что $x_в$ = 200 мг/м^3, $x_н$ = 0,35 мг/м^3, тогда L = 13500·1000/(200 - 0,35) = 67500 м^3/ч.

Ответ: L = 67500 м^3/ч.

1.2. Определение потребного воздухообмена при пайке электронных схем

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который содержит C = 0,4 доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты аэрозоли (пары) свинца.

В процессе пайки из припоя испаряется до B = 0,1 % свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паек – N, количество выделяемых паров свинца определяется по формуле

$$G = C \times B \times N, \text{ мг/ч}, \qquad (1.4)$$

где G, г/ч – количество выделяемых паров свинца; C – содержание свинца; B – % свинца; N – число паек.

Пример. В помещении объемом $V_п$ = 1050 м^3 три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

Решение:

По формуле (1.4) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух: G = 0,6·0,001·10·100·3 = 1,8 мг/ч. Далее определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1). Находим из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1 для свинца и его соединений $x_в$ = 0,01 мг/м^3; $x_н$ = 0,001 мг/м^3. Тогда L = 1,8 / (0,01- 0,001) = 200,0 м^3/ч.

Ответ: L = 185,5 м^3/ч.

1.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота (CO_2). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой концентрации её.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в табл. 1.4 и 1.5 прил. 1.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания CO_2 следующие значения: для сельских населенных пунктов – 0,33 л/м^3, для малых городов (до 300 тыс. жителей) – 0,4 л/м^3, для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) – 0,5 л/м^3.

Пример. Определить потребную кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

Решение:

По табл. 1.4 прил.1 определяем количество CO_2, выделяемой одним человеком g = 23 л/ч. По табл. 1.5 прил. 1 определяем допустимую концентрацию CO_2. Тогда $x_в$ = 1 л/м3 и содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов $x_н$ = 0,5 л/м^3 .Определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1) $L = 23 \cdot 3/(1- 0,5) = 138$ м$^{3/}$ч. Ответ: L = 138 м^3/ч.

1.4. Определение потребного воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением

Производственная аппаратура, работающая под давлением, как правило, не является вполне герметичной. Степень герметичности аппаратуры уменьшается по мере ее износа. Считая, что просачивание газов через неплотности подчиняется тем же законам, что и истечение через небольшие отверстия, и, предполагая, что истечение происходит адиабатически, количество газов, просочившихся через неплотности, можно определить по формуле

$$G = k \times c \times \sqrt[v]{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч}, \qquad (1.5)$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение утечки от износа оборудования (k = 1–2); c – коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате; v – внутренний объем аппаратуры и трубопроводов, находящихся под давлением, м^3; M – молекулярный вес газов, находящихся в аппаратуре; T – абсолютная температура газов в аппаратуре, К.

Таблица 1.2

Коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате

Давление p, атм	до 2	2	7	17	41	161
c	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29

Пример. Система, состоящая из аппаратов и трубопроводов, заполнена сероводородом. Рабочее давление в аппаратуре p_a = 3 атм, а в проводящих трубопроводах $p_а$=4 атм. Внутренний объем аппаратуры v_a = 5 м^3, объём трубопроводов, $v_{тр}$ = 1,2 м^3. Температура газа в аппаратуре – $t_а$ = 120 °С, в трубопроводе – $t_{тр}$ = 25 °С. Определить потребный воздухообмен в помещении.

Решение:

Определяем величины утечек сероводорода (H_2S) из аппаратуры и трубопроводов. Принимаем k = 1,5; c = 0,169 (по табл. 1.2); M = 34, для H_2S; Утечка газа из аппаратуры составляет:

$$G_а = 1{,}5 \times 0{,}169 \times \sqrt[5]{\frac{34}{393}} = 0{,}372$$

Утечка газа из трубопроводов составляет:

$$G_{ТР} = 1{,}5 \times 0{,}172 \times 1{,}2 = 0{,}104$$

$$G = G_а + G_{ТР} = 0{,}372 + 0{,}104 = 0{,}476, \text{кг/ч}$$

Используя данные табл. 1.1 прил. 1, находим, что для сероводорода

$x_в$ =10 мг/м^3; $x_н$ = 0,008 мг/м^3. Потребный воздухообмен равен

$$L = \frac{4761000}{(10 - 0{,}008)} = 47638{,}1\ ^{м^3}/_{ч}$$

Ответ: L = 47638,1 м^3/ч

Вывод: В воздух помещения одновременно могут выделяться несколько вредных веществ. По действию на организм человека они могут быть однонаправленными и разнонаправленными. Для однонаправленных веществ расчетные значения потребного воздухообмена суммируются, а для разнонаправленных веществ выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Пример. Для первой вредности в воздухе рабочей зоны – вредных (токсичны) веществ в рассмотренных примерах все относятся к веществам разнонаправленного действия, поэтому принимаем к дальнейшему расчету максимальное из полученных значений, т. е. L = 67500 м^3/ч (потребный воздухообмен для паров растворителей при окраске).

Для проверки соответствия требованиям устройства вентиляции определим кратность воздухообмена n = 67500/4800 = 14,1 ч$^{-1}$. Данное значение превышает установленную величину – 10 ч$^{-1}$, поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении. Например, таким решением может быть исключение распространения от двух мест окраски растворителей по всему помещению за счет применения местной вытяжной вентиляции.

Расчет объёма воздуха удаляемого местной вентиляцией определяется по формуле

$$L_{МВ} = F \times v \times 3600,\ ^{м^3}/_{ч}, \qquad (1.6)$$

где F – площадь сечения всасывающих отверстий, м^2; v – скорость воздуха

в сечении вытяжной вентиляции, м/с. Рекомендуется принимать значение скорости в интервале 0,8-1,5 м/с.

Таким образом, потребный воздухообмен для оставшихся вредных веществ принимаем для выделений сероводорода: L = 47638,1 м^3/ч.

Проверка:

$$n = 47638,\ 1/4800 = 9,\ 9\ ч^{-1}.$$

1.5. Расчёт потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma_в \times c \Delta t},\ м^3/ч, \qquad (1.7)$$

где L, м^3/ч – потребный воздухообмен; $Q_{изб}$, ккал/ч – избыточное тепло; $\gamma_в$ = 1,206 кг/м^3 – удельная масса приточного воздуха; $c_в$ = 0,24 ккал/кг□град – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{вых} - t_{пр},\ ^oC \qquad (1.8)$$

где $t_{вых}$, °С – температура удаляемого воздуха; $t_{пр}$, °С – температура приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха – $Q_н$: при $Q_н \le 20$ ккал/м^3·ч Δt = 6 °С; при $Q_н > 20$ ккал/м^3·ч Δt = 8 °С;

$$Q_н = \frac{Q_{изб}}{V_п},\ ккал/\ м^3 \cdot ч, \qquad (1.9)$$

где $V_п$, м^3 – внутренний объем помещения.

Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_р - Q_{отд},\ ккал/ч, \qquad (1.10)$$

где $Q_{об}$, ккал/ч – тепло, выделяемое оборудованием; $Q_{осв}$, ккал/ч – тепло, выделяемое системой освещения; $Q_{л}$, ккал/ч – тепло, выделяемое людьми в помещении; $Q_{р}$, ккал/ч – тепло, вносимое за счет солнечной радиации; $Q_{отд}$, ккал/ч – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{об} = 860 \times P_{об} \times y_1, \text{ ккал/ч} \quad (1.11)$$

где Y_1 – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования; $P_{об}$, кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{об} = P_{ном} \times y_2 \times y_3 \times y_4, \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где $P_{ном}$, кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения; Y_2 – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой; Y_3 – коэффициент загрузки, т.е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой; Y_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$y_1 \times y_2 \times y_3 \times y_4 = 0{,}25 \quad (1.13)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{осв} = 860 \times P_{осв} \times \alpha\beta \times \cos(\varphi), \quad (1.14)$$

где α – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания α = 0,92 – 0,97, люминесцентной лампы α = 0,46 – 0,48; b – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников b = 1); cos (φ) = 0,7 – 0,8 – коэффициент мощности; $P_{осв}$, кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_{л} = N \times q_{л}, \quad (1.15)$$

где N – количество людей в помещении; $q_л$, ккал/ч – тепловыделения одного человека табл. 1.6 прил. 1.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_р = K \times S \times q_{ост}, \quad (1.16)$$

где K – количество окон; S, м^2 – площадь одного окна; $q_{ост}$, ккал/ч – солнечная радиация через остекленную поверхность табл. 1.7 прил. 1.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем. Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $Q_{отд}$ = $Q_р$ для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10 ^{o}C). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше +10 ^{o}C) принимаем $Q_{отд}$ = 0.

Общий вывод: Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Приложение 1

Таблица 1.1

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртути хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Серная кислота	0,3	0,1	а

Продолжение табл. 1.1

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м^3	ПДКс.с., мг/м^3	Агрегатн состояние
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

Таблица 1.2

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухерабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртути хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п

Продолжение табл. 1.2

Наименование вредных веществ	ПДК., мг/м^3	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

Таблица 1.3

Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей

Наименование лакокрасочных материалов/способ нанесения краски	Расход лакокрасочных материалов, *A*, г/м^2	Содержание летучей час- ти, *m*, %
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак /кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитрошпаклевка /кистью	100-180	10-35
Нитроклей /кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица 1.4

Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые:		
при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица 1.5

Предельно-допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые ком.)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Таблица 1.6

Количество тепловыделений одним человеком при различной работе

Категория тяжести работы		Количество тепловыделений $q_л$, ккал/ч в зависимости от окружающей температуры воздуха			
		15 °С	20 °С	25 °С	30 °С
Легкая	I	100	70	50	30
Средней тяжести	II-а	100	70	60	30
Средней тяжести	II-б	110	80	70	35
Тяжелая	III	110	80	80	35

Таблица 1.7

Солнечная радиация через остекленную поверхность

	Солнечная радиация, $q_{ост}$, ккал/ч от стороны света и широты, град.														
	ЮГ			ЮГО-ВОСТОК ЮГО-ЗАПАД				ВОСТОК ЗАПАД				СЕВЕР, СЕВЕР. ВОСТОК СЕВЕРО-ЗАПАД			
	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклением и деревянными рамами	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклением и металлическими рамами	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фо- нарь с двойным остеклением и металлическими переплет.	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 342 с.

2. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966. – 289 с.

3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. ГН2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ОЦЕНКА РИСКА

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Основы теории безопасности: системный анализ безопасности», и формирование практических навыков расчета индивидуального и группового (социального) риска в конкретных ситуациях.

Общие сведения. Опасность – одно из центральных понятий безопасности жизнедеятельности (БЖД).

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики (параметры), несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Можно сказать, что опасность – это риск неблагоприятного воздействия.

Практика свидетельствует, что абсолютная безопасность недостижима. Стремление к абсолютной безопасности часто вступает в антагонистические противоречия с законами техносферы.

В сентябре 1990 г. в г. Кельне состоялся первый Всемирный конгресс по безопасности жизнедеятельности человека как научной дисциплине. Девиз конгресса: «Жизнь в безопасности». Участники конгресса постоянно оперировали понятием «риск».

Возможны следующие определения риска:

1. Это количественная оценка опасности, вероятность реализации опасности;

2. При наличии статистических данных, это частота реализации опасностей.

Различают опасности реальные и потенциальные. В качестве аксиомы принимаются, что любая деятельность человека потенциально опасна. Реализация потенциальной опасности происходит через ПРИЧИНЫ и приводит к НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ.

Сейчас перед специалистами ставится задача – не исключение до нуля безопасности (что в принципе невозможно). А достижение заранее заданной величины риска реализации опасности. При этом сопоставлять затраты и получаемую от снижения риска выгоду. Во многих западных странах для более объективной оценки риска и получаемых при этом затрат и выгод, вводят финансовую меру человеческой жизни. Заметим, что такой подход имеет противников, их довод – человеческая жизнь свята, бесценна и какие-то финансовые оценки недопустимы. Тем не менее, по зарубежным исследованиям, человеческая жизнь оценивается, что позволяет более объективно рассчитывать ставки страховых тарифов при страховании и обосновывать суммы выплат.

Поскольку абсолютная безопасность (нулевой риск) невозможна, современный мир пришел к концепции приемлемого (допустимого) риска.

Суть концепции заключается в стремлении к такой безопасности, которую принимает общество в данное время. При этом учитывается уровень технического развития, экономические, социальные, политические и др. возможности. Приемлемый риск – это компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. Это можно рассмотреть в следующей ситуации. После крупной аварии на Чернобыльской АЭС, правительство СССР решило повысить надежность всех ядерных реакторов. Средства были взяты из госбюджета и, следовательно, уменьшилось финансирование социальных программ здравоохранения, образования и культуры, что в свою очередь привело к увеличению социально-экономического риска. Поэтому следует всесторонне оценивать ситуацию и находить компромисс – между затратами и величиной риска.

Переход к «риску» дает дополнительные возможности повышения безопасности техносферы. К техническим, организационным, административным добавляются и экономические методы управления риском (страхование, денежные компенсации ущерба, платежи за риск и

др.). Есть здравый смысл в том, чтобы законодательно ввести квоты за риск. При этом возникает проблема расчета риска: статистический, вероятностный, моделирование, экспертных оценок, социологических опросов и др. Все эти методы дают приблизительную оценку, поэтому целесообразно создавать базы и банки данных по рискам в условиях предприятий, регионов и т.д.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с общими сведениями. Записать определения.
2. Выполнить практические задачи.

Практические задачи

Задача 1. В таблице 2.0 приведен ряд профессий по степени индивидуального риска фатального исхода в год. Используя данные табл.1 методом экспертных оценок охарактеризуйте вашу настоящую деятельность и условия вашей будущей работы.

Таблица 2.0

Классификация профессиональной безопасности

Категория	Условия профессиональной деятельности	Риск смерти (на человека в год)	Профессия
1	Безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$	Текстильщики, обувщики, работники лесной промышленности, бумажного производства и др.
2	Относительно безопасные	$1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	Шахтеры, металлурги, судостроители и др.
3	Опасные	$1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	Рыбопромысловики, верхолазы, трактористы и др.
4	Особо опасные	больше $1 \cdot 10^{-2}$	Летчики-испытатели, летчики реактивных самолетов.

После обсуждения письменно сформулируйте свою оценку.

Для решения следующих задач используйте формулу определения индивидуального риска

$$P = \frac{h}{H}, \qquad (2.1)$$

где Р – индивидуальный риск (травмы, гибели, болезни и пр.); h – количество реализации опасности с нежелательными последствиями за определенный период времени (день, год и т.д.); Н – общее число участников (людей, приборов и пр.), на которых распространяется опасность.

Пример решения задачи по формуле (2.1).

Пример. Задача 1. Ежегодно неестественной смертью гибнет 250 тыс. человек. Определить индивидуальный риск гибели жителя страны при населении в 150 млн. человек.

Решение.

$Рж = 2{,}5 \cdot 10^{5} / 1{,}5 \cdot 10^{8} = 1{,}7 \cdot 10^{-3}$

Или будет 0,0017. Иначе можно сказать, что ежегодно примерно 17 человек 10000 погибает неестественной смертью. Если пофантазировать и предположить, что срок биологической жизни человека равен 1000 лет, то по нашим данным оказывается, что уже через 588 лет (1:0,0017) вероятность гибели человека неестественной смертью близка к 1 (или 100%).

Примечание. Здесь и в задачах №2,3 данные приближены к России.

Задача 2. Опасность гибели человека на производстве реализуется в год 7 тыс. раз. Определить индивидуальный риск погибших на производстве при условии, что всего работающих 60 млн. человек. Сравните полученный результат с вашей экспертной оценкой из задачи 1.

Задача 3. Определить риск погибших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП), если известно, что ежегодно гибнет в ДТП 40 тыс. человек при населении 150 млн. человек.

Задача 4. Используя данные индивидуального риска фатального

исхода в год для населения США (данных по России нет), определите свой индивидуальный риск фатального исхода на конкретный год. При этом можно субъективно менять коэффициенты и набор опасностей.

Таблица 2.1

Индивидуальный иск гибели в год

Причина	Риск	Причина	Риск
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Падения	$9 \cdot 10^{-5}$	Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Пожар и ожог	$4 \cdot 10^{-5}$	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$	Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$	Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$	Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$	Ядерная энергетика	$2 \cdot 10^{-10}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$	(пренебрегаемо мал. риск)	

Риск общий для американца: $P_{общ} = 6 \cdot 10^{-4}$

Сравнить полученный результат с результатом примера решения.

Задачи на риск гибели неестественной смертью в России и с риском гибели в год для американца ($P_{общ}$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русак О.Н. Труд без опасности. Л. «Лениздат», 1986, 191 с.

2. Береговой Г.Т. и др. Безопасность космических полетов. М., «Машиностроение», 1977, 320 с.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель практического занятия :закрепление теоретических знаний, полученных при изучении раздела “Гелиофизические и метеорологические фактора: микроклимат производственных помещений”, и формирование практических навыков расчета метеорологических условий в производственном помещении и гигиенической оценки параметров микроклимата.

Общие сведения:

Одним из основных условий эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях. Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на терморегуляцию организма человека и могут привести кпереохлаждение или перегреву тела

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, определяемый действующими на организм человека факторами: сочетанием температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, температуры поверхности ограждающих конструкций (стены, пол, потолок, технологическое оборудование и т.д

Под рабочей зоной понимается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Причиной ряда заболеваний является местное и общее охлаждение. Переохлаждение организма ведет к простудным заболеваниям: ангине, катару верхних дыхательных путей, пневмонии. Установлено, что при

переохлаждении ног и туловища возникает спазм сосудов слизистых оболочек дыхательного тракта.

Перегревание возникает при избыточном накоплении тепла в организме, которое возникает при действии повышенных температур. Основными признаками перегревания являются повышение температуры тела до 38°Си более, обильное потоотделение, слабость, головная боль, учащение дыхания и пульса, изменение артериального давления и состав крови, шум в ушах, искажение цветового восприятия

Тепловой удар – это быстрое повышение температуры тела 40°С и выше. В этом случае падает артериальное давление, потоотделение прекращается, человек теряет сознание.

Организм человека обладает свойством терморегуляции – поддержание температуры тела в определенных границах (36,1…37,2°С) Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующегося в организме человека в процессе обмена веществ, теплопродукцией и излишком тепла, непрерывно выделяемого в окружающую среду, - теплоотдачей, т.е сохраняет тепловой баланс организма человека. Количество выделившейся теплоты меняется от 8Вт до 50 Вт.

Теплопродукция. Тепло вырабатывается всем организмом, но в наибольшей степени в мышцах и печени. В процессе работы в организме происходят различные биохимические процессы, связанные с деятельностью мышечного аппарата и нервной системы. Энергозатраты человека, выполняющего различную работу, могут быть классифицированы на категории.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма: легкие физические работы, средние физические работы, тяжелые физические работы.

К категории 1а относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140…174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (в полиграфической промышленности, на часовом, швейном производствах, в сфере управления)

К категории 2а относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…232 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, перемещением мелких изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории 2б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233…290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

К категории 3 относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Теплоотдача. Количество тепла, отдаваемого организмом человека, зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Теплоотдача осуществляется путем радиации, конвекции, испарения пота и дыхания. Для человека, находящегося в состояние покоя и одетого в обычную комнатную одежду, соотношение составляющих теплоотдачи имеет следующие распределения, % радиацией – 45, конвекцией – 30, испарением и дыханием – 25.

Основное значение имеет регулирование теплоотдачи, так как она является наиболее изменчивой и управляемой. Комфортные тепло ощущения у человека возникают при наличии теплового баланса организма, а также при условии его некоторого нарушения. Это обеспечивается тем, что в организме человека имеется некоторый резерв тепла, который используется им в случае охлаждения. Этот потенциальный запас тепла составляет в среднем 8360 кДж и находится главным образом во внешних слоях тканей организма на глубине 2-3

см от кожи. При известном уменьшении запаса тепла у человека появляются субъективно ощущения «прохлады», которые, если охлаждение продолжается, сменяются ощущениями «холодно», «очень холодно»

Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия производственной среды, являются ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» Этими документами установлены влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом избытков явного тепла, тяжести выполняемой работы и сезонов года.

В соответствии с вышеуказанным стандартом теплым периодом года считается сезон, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха +10 °С.

Допустимыми считаются такие параметры микроклимата, которые при длительном воздействии могут вызывать напряжения реакции терморегуляции человека, но к нарушению состояния здоровья не приводят.

Оптимальными являются такие микроклиматические параметры, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Расчет показателей микроклимата базируются на опытных данных о давлении, температуре и скорости движения воздуха на рабочем месте полученных при замерах на нем с помощью соответствующих приборов

Показатели микроклимата вычисляются в следующей последовательности:

1. Атмосферное давление В, Па, на рабочем месте, измеренное с помощью барометра-анероида БАММ-1

$$В = В_п + В_ш + В_т + В_д, \quad (3.1)$$

где В– исправленное значение замеренного давления, Па; Вп – отсчет по прибору, Па; Вш – шкаловая поправка;Вт – температурная поправка, равная произведению температуры прибора на удельную температуру поправки прибора; Вд – добавочная поправка, Па.



Рис. 3.1 Барометр-анероид «БААМ-1»

Барометр-анероид «БААМ-1» измеряет атмосферное давление в наземных условиях в диапазоне температур от 0 до +40 С° и при относительной влажности воздуха более 80%

2. Температура воздушной среды измеряется с помощью ртутных или спиртовых термометров, а также с помощью термографов, обеспечивающих непрерывную запись температуры на ленте за определенный период времени. Температуру воздушной среды можно измерить также с помощью психрометров и термометров

3. Влажность воздуха – абсолютная и относительная определяется с помощью психрометров. Психрометр состоит из сухого и влажного термометров. Резервуар влажного термометра покрыт тканью, которая опущена в мензурку с водой. Испаряясь, вода охлаждает влажный термометр, поэтому его показания всегда ниже показания сухого.

Психрометры бывают типа Августа (Рис 3.2) и переносными, типа Ассмана (Рис 3.3). Психрометр Ассмана является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую оправу, шарики термометра находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с постоянно скоростью 4 м/с.

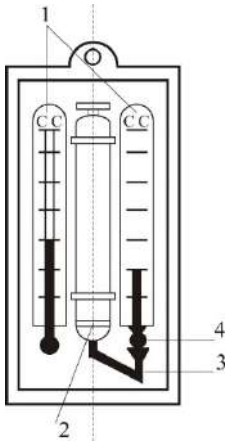


Рис. 3.2 Психрометры Августа

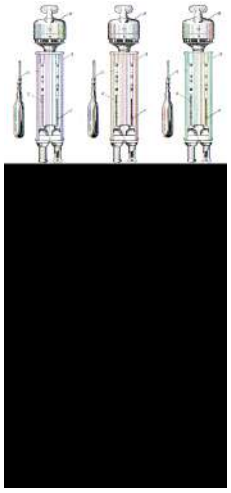


Рис. 3.3 Психрометр Ассмана

Влажность воздуха может быть рассчитана: 1) по давлению водяного пара, находящегося в воздухе или 2) по плотности водяного пара

При первом способе сначала определяется давление водяного параЮ находящегося в воздухе при данной температуре

$$P_{в.п} = P_{н.в} - c(T_c - T_B)B \qquad (3.2)$$

где Рн.в– давление насыщенного водяного пара при температуре tв, зафиксированной влажным термометром, Па;с–коэффициент психрометра, зависящий от скорости движения воздуха около шарика мокрого термометра (при скорости движения воздуха до 4 м/с принимают с = 0.00074, свыше 4 м/с – 0,00066) tc и tв – температура сухого и влажного термометра,В–

барометрическое давление воздуха в момент измерения температур психрометром, Па

Определив порациональнее давление водяного пара, находят относительную влажность воздуха

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

где $P_{н.с}$– давление насыщенного водяного пара при температуре t_c, зафиксированной влажным термометром,

При расчете влажности воздуха по плотности водяного пара определяются:

а) абсолютная влажность воздуха (масса водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре)

$$F = \frac{(1000 * P_{в.п})}{(461{,}5(273 + t_c))}, \quad (3.4)$$

где 461,5 – удельная газовая постоянная водяного пара Дж/(кг *К);

б) максимальная абсолютная влажность воздуха

$$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5 * (273 + t_c)}, \quad (3.5)$$

в) относительная влажность воздуха φ

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} * 100, \quad (3.6)$$

Таблица 3.0

Давление насыщенного водяного пара Р, Па при температуре воздуха

t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па	t, С	Р, Па
0	611	10	1228	20	2328	30	4242
1	657	11	1312	21	2486	31	4493
2	705	12	1403	22	2644	32	4754
3	759	13	1497	23	2809	33	5030
4	813	14	1599	24	2894	34	5320
5	872	15	1705	25	3168	35	5624
6	935	16	1817	26	3361	36	5941

7	1001	17	1937	27	3565	37	6275
8	1073	18	2064	28	3780	38	6625
9	1148	19	2197	29	4005	39	6991

Значение относительной влажности φ, найденного описанными способами, может быть проверено по данным психометрической таблицы

4. Скорость движения воздуха измеряется с помощью крыльчатых или чашечных анемометров (Рис 3.4). Крыльчатый анемометр принимается для измерения скорости воздуха до 10 м/с, а чашечный – до 30м/с. Принцип действия анемометров обоих типов основан на том, что частоты вращения крыльчатки тем больше, чем больше скорость движения воздуха. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм. Разница в показаниях до и после измерения, деленная на время наблюдения, показывает число делений в 1 с. Специальный тарировочный паспорт, предлагаемый к каждому прибору позволяет по вычисленной величине делений определить скорость движения воздуха.



Рис 3.4 Чашечный анемометр

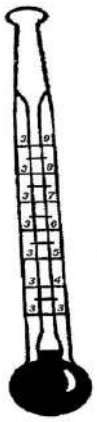


Рис. 3.5 Кататермометр

Скорость движения воздуха в интервале величин от 0.1 до 0.5 м/с можно определить с помощью кататермометра (Рис.3.5). Шаровой кататермометр представляет собой стартовый термометр с двумя резервуарами: шаровым внизу и цилиндрическим вверху. Шкала кататермометра имеет давление от 31 до 41 градуса. Для работы с этим прибором его предварительно нагревают на водяной бане, затем вытирают насухо и помещают в исследуемое место. По величине падения столба спирта в единицу времени на кататермометре при его охлаждении судят о скорости движения воздуха. Для измерения малых скоростей (от 0.03 до 5 м/с) при температуре в производственных помещениях не ниже 10С применяется термоанемометр. Это электрический прибор на полупроводниках, принцип его действия основан на измерении величины сопротивления датчика при изменении температуры и скорости движения воздуха.

Таблица 3.1

Значения относительной влажности

t_c °C	Разность показаний сухого и влажного термометров t_c - t_b °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность φ, %									
0	100	81	63	45	28	11				

1	100	83	65	48	32	16				
2	100	84	68	51	35	20				
3	100	84	69	54	39	24	10			
4	100	85	70	56	42	28	14			
5	100	86	72	58	45	32	19	6		
6	100	86	73	60	47	35	23	10		
7	100	87	74	61	49	37	26	14		
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5

Продолжение табл. 3.1

11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41

28	100	93	85	78	71	65	59	52	48	42
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44

Скорость движения воздуха V, м/с , при замере ее анемометром АСО-3 подсчитывается по формуле

$$V = an + b, \quad (3.7)$$

где n число делений в 1 с; $n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}}$; $n_н$ и $n_к$ – начальный и конечный отсчеты по анемометру; t зам – продолжительность замера по прибору.

При выполнении настоящего практического занятия рекомендуется использовать формулу:

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

5. Гигиеническая оценка результатов расчета параметров микроклимата: производится по санитарным нормам, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 3.2

Оптимальные нормы температуры, относительно влажности и скорости движения воздуха по рабочей зоне производственных помещений

Период Года	Категория Работ	Температура, ℃	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с не более
Холодный (температура наружного воздуха ниже +10℃)	Легкая – 1	22-24	40-60	0,1
	Легкая – 1б	21-23	40-60	0,1
	Средней тяжести – Па	18-20	40-60	0,2
		17-19	40-60	0,2
	Средней тяжести – Пб	16-18	40-60	0,3
	Тяжелая – III			

Теплый (температура наружного воздуха +10℃ и выше)	Легкая – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легкая – 1б	22-24	40-60	0,2
	Средней тяжести – Па	21-23	40-60	0,3
	Средней тяжести – Пб	20-22	40-60	0,3
	Тяжелая - III	18-20	40-60	0,4

Пример расчета:

Исходный данные: $B_п$= 87937 Па,$B_ш$ = -50 Па, t_c = 22 ℃, t_c = 16 ℃, $\Delta t = -\frac{10Па}{℃}$, $B_д$= +100 Па, $n_н$=6000, t зам= 200с, период года – теплый.

Решение:

1. Атмосферное давление на рабочем месте (при температурной поправке)

$$B_т = t_c * \Delta t = 22(-10) = -220\ Па$$

$$B = B_п + B_ш + B_т + B_д = 87837 - 50 - 220 + 110 = 87667\ Па.$$

2. Скорость движения воздуха по исходным данным, полученным при помощи анемометра АСО-3. При числе давлений в 1с

$$n = \frac{n_к - n_н}{t_{зам}} = 6040 - \frac{6000}{200} = 0{,}2\ дел/с$$

Скорость движения воздуха составляет;

V=0,45n + 0,01 = 0,45 * 0,2 + 0,01 = 0,10 м/с

3. Относительная влажность воздуха по давлению водяного пара. При давлении насыщенного водяного пара при температуре сухого термометра Рн.с = 2644 Па и температуре влажного термометра Р н.в = 1817 Па и парциальном давлении водяного пара в воздухе:

$$P_{в.п} = P_{н.в} - C(t_c - t_в) * B = 1817 - 0{,}00074 * (22 - 16) * 87837 = 1427\ Па$$

относительная влажность воздуха:

$$\varphi = \frac{P_{в.п}}{P_{н.с}} 100 = \frac{1427}{2644} 100 = 54\%$$

3б. Относительная влажность воздуха по плотности (массе) водяного пара. При абсолютной влажности воздуха:

$$A = \frac{1000 * P_{в.п}}{461{,}5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 1527}{461{,}5(273 + 22)} = 10{,}48 \text{ г/м}^3$$

И максимальной влажности воздуха:

$A_{max} = \frac{1000 * P_{н.с}}{461{,}5(273 + t_c)} = \frac{1000 * 2644}{461{,}5(273 + 22)} = 19{,}42 \text{ г/м}^3$относительная влажность воздуха равна:

$$\varphi = \frac{A}{A_{max}} 100 = \frac{10{,}48}{19{,}42} 100 = 54\%$$

3в. Правильность произведенных подсчетов φ подтверждают данные таблицы. При разности показаний сухого и влажного термометров Тс – Тв = 22 – 16 = 6 ℃ относительная влажность воздуха φравна 54%

Варианты заданий

Для выполнения задания даются следующие показатели: отсчет по барометру Вп Температура воздуха по сухому (Тс) и влажному (Тв) термометрам психрометра, начальный (Nн) и конечный (Nк) отсчеты по анемометру, продолжительность замера скорости движения воздуха Тзам, период года (холодный, теплый) Для отсчета скорости движения воздуха использовать формулу

$$V = 0{,}45n + 0{,}01$$

Интенсивность теплового излучения на рабочем месте полагать равной 50 Вт/м^2. Числовые значения исходных данных приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Числовые значения поправок к барометру

вариант	Вв, Па	Вш, Па	Δt, Па	Ва, Па	Тс, °С	Тв, °С	Nн	Nк	Т зам, °С	Период года
1	110146	-100	-10	+100	23	18	6000	6246	140	Холодный
2	105752	-100	-10	+100	22	16	6107	6138	155	То же
3	97989	+75	-10	+100	18	13	6357	6407	160	То же
4	90498	+25	-10	+100	17	11	6841	6909	170	То же
5	94232	+150	-10	+100	16	11	6944	7051	200	То же
6	103379	-50	-10	+100	24	17	6107	6387	150	Теплый
7	107509	-100	-10	+100	23	17	6305	6696	187	То же
8	89371	0	-10	+100	22	15	6421	6501	190	То же
9	94263	+150	-10	+100	20	15	6725	6830	175	То же
10	96946	+100	-10	+100	19	12	6100	6176	11	То же

Порядок выполнения работы

1. Расчет и оформление практической работы провести в соответствии с примером расчета. Варианты заданий определяются пр-ем.

2. Результаты расчетов микроклимата на рабочем месте в производственном помещении занести в таблицу.

Таблица 3.4

Пример заполнения таблицы

Температура воздуха		Относительная влажность %		Скорость движения воздуха	
Фактически данная	Оптимальная по нормам	Фактически рассчитанная	Оптимальная по нормам	Фактически рассчитанная	Оптимальная по нормам

3. На основании полученных результатов определить категорию работ, в соответствии с периодом года.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под микроклиматом производственных помещений?
2. Опишите характер действия климатических факторов на организм человека.
3. В чем состоит нормирование воздействий климатических факторов на человека?
4. Как определяют давление, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха?
5. Назовите способы и средства нормализации микроклимата на рабочих местах.

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ И БОРЬБА С ИЗБЫТОЧНЫМ ТЕПЛОМ В ШАХТАХ

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Комфортные условия жизнедеятельности», и овладение методикой расчета тепловыделений в выработки глубоких шахт и выбора технических решений по борьбе с избыточным теплом.

Общие сведения. Климатические условия в подземных выработках, особенно в глубоких шахтах, как правило, отличаются от климатических условий на земной поверхности. Микроклимат горных выработок (т. е. действующее в них на организм человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха, его давления и температуры окружающих поверхностей) в значительной степени зависит от теплообменных процессов, происходящих на пути движения воздуха. Под воздействием этих процессов температура шахтного воздуха в выработках существенно повышается с увеличением глубины ведения горных работ.

Нагревание воздуха, движущегося по горным выработкам, происходит в результате:

- теплообмена между потоком шахтного воздуха и окружающим выработки массивом горных пород, т. е. охлаждения пород;
- естественного адиабатического сжатия воздуха при движении его вниз по вертикальным и наклонным выработкам;
- изменения содержания влаги в воздухе;
- теплообмена между воздухом и подземной водой, текущей по выработкам;
- окисления угля, угольной пыли, сульфидных руд, крепежного леса и некоторых других веществ;
- охлаждения отбитых и транспортируемых масс угля и породы;
- работы горных машин и механизмов;
- выделения тепла осветительными установками, электрическими кабелями, трубопроводами сжатого воздуха, телом человека, а также действия других второстепенных факторов.
- Вызванное перечисленными факторами приращение температуры шахтного воздуха (оС = К), может быть определено из выражения

$$\Delta t = \frac{\Sigma Q_i}{C_p \rho V}, \qquad (4.1)$$

где ΣQ_i - суммарное количество теплоты, идущее на нагревание воздуха, кДж/ч; C_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; V - объемный расход воздуха, м^3/ч.

Шахтный воздух уже при температуре свыше 25 °С оказывает отрицательное тепловое воздействие на физиологию и гигиену труда подземных рабочих. При задержке отдачи телом человека накопившегося в нем тепла возникает перегрев организма, осложняющий протекание жизненных процессов. Чрезмерный перегрев организма вызывает ухудшение самочувствия человека, приводит к серьезным заболеваниям (в наиболее тяжелых случаях - к

тепловому удару, или стрессу, или даже к смерти), увеличивает вероятность травматизма, снижает производительность труда.

Изменение температуры воздуха (и других параметров микроклимата) в подземных выработках оказывает влияние также на физико-механические свойства горных пород и на безопасное состояние сооружений и выработок.

Расчет выделения теплоты в выработки глубоких шахт ведется по следующим зависимостям.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород. Количество теплоты $Q_{охл}$, кДж/ч, выделяющееся вследствие охлаждения окружающих выработку горных пород, описывается уравнением Ньютона для конвективного теплообмена

$$Q_{охл} = K_{\tau} P l (t_{п} - t_{в}), \tag{4.2}$$

где K_{τ} - коэффициент нестационарного теплообмена между массивом горных пород и воздухом, кДж/(м^2·ч·К) (рассчитывается по формуле, приводимой ниже); P и l - периметр и длина выработки, м; $t_{п}$ - естественная температура неохлажденных пород на данной глубине, (^{o}С = K, расчет приводится ниже); $t_{в}$= $t_{пб}$ - допустимая температура воздуха в выработке, ^{o}С (принимается согласно Правилам безопасности).

Коэффициент K_{τ}, кДж/(м^2·ч·К) определяется по формуле

$$K_{\tau} = \frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э}} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi a \tau (1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 R_э})}} \right], \tag{4.5}$$

где λ - коэффициент теплопроводности породы, кДж/(м·ч·К) (принимается по табл. 3.1); α_0 - суммарный коэффициент теплоотдачи от стен шахтной выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К) (расчет ниже); $R_э$ - эквивалентный радиус выработки, м: $R_э = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0.564\sqrt{S}$, a - коэффициент температуропроводности

породы, м^2/ч: $a = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п}$ (принимается по табл. 3.1); $c_п$ - удельная теплоемкость породы, кДж/(кг·К) (принимается по табл. 3.1); $\rho_п$ - плотность породы, кг/м^3 (принимается по табл. 3.1); τ - расчетное время процесса теполообмена, ч (например, при длительности процесса теплообмена 4 года значение τ = 4·365·24 = = 35040 ч).

Таблица 4.0

Тепловая характеристика пород

Порода	ρ, кг/м^3	$c_п$, кДж/(кг·К)	λ, кДж/(м·ч·К)	a, м^2/ч
Песчаник (Центральный Донбасс)	2475	0,854	9,211	0,00436
Глинистые и песчанистые сланцы (там же)	2450	0,904	6,363	0,00287
Уголь (там же)	1225	1,184	1,051	0,00073
Бурый уголь (Челябинский бассейн)	1210	1,130	0,913	0,00067
Каменный уголь (Карагандинский бассейн)	1275	1,055	0,963	0,00072
Углистый сланец	1765	1,021	3,006	0,00167
Глинистый сланец	2433	0,992	3,354	0.00139
Змеевик	2690	0,950	5,694	0,00223
Гранит	2722	0,917	7,972	0.00319
Серный колчедан (Дегтярское месторождение)	4620	0,908	15,010	0,00358
Медный колчедан (там же)	4716	0,862	15,165	0,00373

Суммарный коэффициент теплоотдачи с поверхности горной выработки α_0, кДж/(м^2·ч·К), находится их выражения

$$\alpha_0 = \alpha_к + \alpha_и,$$

где $\alpha_к$ - конвективный коэффициент теплоотдачи от стен выработки к воздуху, кДж/(м^2·ч·К)

$$\alpha_к = 2{,}9 \cdot 4{,}1868 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}} = 12{,}14 \frac{V^{0.8}}{Д_э^{0,2}}$$

где v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; $Д_э$ - эквивалентный диаметр выработки, м: $Д_э = \frac{4S}{P}$; $\alpha_и$ - коэффициент, учитывающий испарения влаги с мокрых стен выработки, кДж/(м^2·ч·К)

$\alpha_и = 1{,}3\beta \cdot r$,

где β - коэффициент массоотдачи (коэффициент испарения), кг/(м^2·ч·К), принимается равным 0,01 - для стволов, 0,15 - для капитальных выработок, 0,03 - для лав; r - теплота парообразования воды, принимается r = 2256 кДж/кг.

Температура горных пород в массиве $t_п$, °С, на заданной глубине H, м, от земной поверхности определяется по формулам:

$$t_п = h \cdot t_н + \frac{H - H_0}{Г_{ст}} \text{ или } t_п = h \cdot t_н + (H - H_0)\delta, \qquad (4.6)$$

где $t_п$ - температура пород нейтрального слоя (зоны с постоянной температурой пород) в данной местности; принимается примерно равной среднегодовой температуре воздуха на земной поверхности в данном районе, °С; $t_н$ = 8,5; 2,5; 2,5; 3,0 °С для условий соответственно Донбасса, Кузбасса, Караганды и Мосбасса; H_0 - глубина (толщина) нейтрального слоя, м: H_0 = 20-40 м; $Г_{ст}$ - геотермическая ступень данного района, м/°С: в среднем $Г_{ст}$ составляет для угольных месторождений 30–40 м/ °С, рудных 50-140 м/ °С, нефтяных 15-20 м/ °С; δ - геотермический градиент, °С/м.

2. Тепловыделение при сжатии воздуха. Количество теплоты $Q_{сж}$, кДж/ч, выделяющееся при движении воздуха вниз по вертикальным и наклонным выработкам, определяется выражением

$$Q_{сж} = 9{,}81 \cdot ρ \frac{V_в \cdot H}{1000} = 0{,}00981 \cdot ρ \cdot V_в \cdot H, \qquad (4.7)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м^3; $V_в$ - количество воздуха, проходящего по выработке (объемный часовой расход воздуха), м^3/ч: $V_в = 3600 \cdot v \cdot S$;

v - скорость движения воздуха в выработке, м/с; S - площадь поперечного сечения выработки, м^2; H - глубина расположения выработки, м; для наклонной выработки

$$H = l_н \cdot sin\,\psi, \tag{4.8}$$

где $l_н$ - длина наклонной выработки; ψ - угол наклона выработки, град.

3. Тепловыделение при окислительных процессах. Количество теплоты $Q_{ок}$, кДж/ч, образующееся при окислении угля, угленосных сланцев, сульфидных руд и древесины, подсчитывается по формуле А. Ф. Воропаева

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0,8} \cdot P \cdot l, \tag{4.9}$$

где $q_{ок}$ - тепловыделение в результате окислительных процессов, приведенное к скорости движения воздуха в выработке, V = 1 м/с, кДж/(м^2·ч); $q_{ок}$ можно принимать равным 12-21 кДж/(м^2·ч).

4. Тепловыделение от местных источников. К местным источникам теплоты относят электродвигатели, трансформаторы, светильники, электрические кабели, трубопроводы сжатого воздуха, пневматические двигатели, другие тепловыделяющие машины, механизмы и устройства, а также работы, производимые с применением бетона на участке выработки или в призабойной зоне, когда тепло выделяется при его отвердении.

Расчетные формулы для определения количества теплоты от местных источников имеют следующий вид:

4.1. Тепловыделение при работе ***электродвигателей*** горных машин и освещения $Q_{эд}$, кДж/ч

$$Q_{эд} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot k_з}{\eta_з}, \tag{4.10}$$

где $N_{потр}$ - потребляемая мощность электродвигателей и осветительных установок, кВт; $k_з$ - коэффициент загрузки оборудования во времени: $k_з$ = 0,8; $\eta_э$ - к. п. д. электродвигателя: $\eta_э$ = 0,95.

4.2. Тепловыделение в выработку (ствол, уклон, бремсберг и др.) при эксплуатации ***лебедок*** $Q_л$, кДж/ч:

- при подъеме груза лебедкой $Q_{лп} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з(1 - \eta_м)$;

- при спуске груза лебедкой $Q_{лс} = 3600 \cdot N_л \cdot k_з$.

где $N_л$ - установленная мощность электродвигателя лебедки, кВт; $\eta_м$ - механический к. п. д.: $\eta_м = 0,8$.

4.3. Тепловыделение при работе ***трансформатора*** $Q_{тр}$, кДж/ч

$$Q_{тр} = 3600 \cdot N_{тр} \cdot p_{тр}, \quad (4.11)$$

где $N_{тр}$ - мощность трансформатора, кВт; $p_{тр}$ - тепловые потери трансформатора: $p_{тр} = 0,04 \div 0,05$.

4.4. Тепловыделение при затвердевании монолитной ***бетонной крепи*** $Q_б$, кДж/ч

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц, \quad (4.12)$$

где $q_б$ - удельное выделение теплоты при отвердевании бетона, кДж/(м^2·ч); принимается $q_б$ = 200÷400 кДж/(м^2/ч); P - периметр выработки, м; $l_ц$ - длина участка бетонирования, контактирующего с вентиляционной струей за один цикл проходки, м.

4.5. Тепловыделение при ***взрыве ВВ***. В выработке большого сечения при использовании более 100 кт ВВ тепловыделение при взрыве $Q_{взр}$, кДж/ч, рассчитывается по формуле

$$Q_{взр} = 0,8 \cdot q_{взр} \cdot m_з, \quad (4.13)$$

где $q_{взр}$ - удельное тепловыделение при взрыве 1 кг ВВ, кДж/кт; $m_з$ - масса заряда, кг.

Таблица 4.1

Рекомендуемые значения $q_{взр}$ для применяемых ВВ

Аммонит ПЖВ-20	3360		Аммонит АП-5ЖВ	3780

Угленит Э-6	2570		Аммонит скальный №1	5400
Победит ВП-4	3810		Аммонит № 6 ЖВ	4290
Аммонит АП-4ЖВ	3560		Игданит	3790

4.6. Тепловыделение при работе шахтных ***вентиляторов*** происходит в результате работы электродвигателя, внутренних потерь энергии в вентиляторе и аэродинамического сжатия воздуха. Количество теплоты $Q_{вен}$, кДж/ч, поступающее в выработку при работе вентилятора, выражается формулой

$$Q_{вен} = 3600 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{1000\eta_{ву}} = 3{,}6 \cdot V_{вс} \frac{h_в}{\eta_{ву}}, \quad (4.14)$$

где $V_{вс}$ - количество воздуха, проходящего по выработке (секундный расход), м^3/с; $h_в$ - депрессия выработки, Па;

$$h_в = \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^2}{S}, \quad (4.15)$$

где $\alpha_в$ - коэффициент аэродинамического сопротивления трения выработки, Н·с^2/м^4 = Па· с^2/м^2; P, l, S - периметр, длина и площадь поперечного сечения выработки, м, м, м^2; v - средняя скорость движения воздуха по выработке, м/с;

$$\eta_{ву} = \eta_в \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п, \quad (4.16)$$

$\eta_в$ = 0,6÷0,8; $\eta_{дв}$ = 0,85÷0,95 и $\eta_п$ - к. п. д. соответственно вентиляторной установки, вентилятора, двигателя и редукторной ($\eta_п$ = 1) или ременной ($\eta_п$ = = 0,9÷0,95) передач.

Подставляя (4.15) в (4.16) и учитывая, что

$$V_{вс} = v \cdot S \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.17)$$

получим (кДж/ч)

$$Q_{вен} = 3{,}6 \cdot \alpha_в \cdot P \cdot l \frac{v^3}{\eta_{ву}}. \quad (4.18)$$

4.7. Тепловыделение при работе ***людей*** $Q_л$, кДж/ч

$$Q_л = q_л \cdot n_л, \quad (4.19)$$

где $q_л$ - количество теплоты, выделяемое работающим человеком, кДж/ч·чел $q_л$ = 1050÷2500 кДж/ч·чел.; $n_л$ - число одновременно работающих людей в выработке.

5. Общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$, кДж/ч, находится суммированием всех частных выделений теплоты

$$Q_{общ} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \quad (4.20)$$

Способы искусственного охлаждения шахтного воздуха

Целью искусственного охлаждения шахтного воздуха является отвод определенного («излишнего») количества теплоты от него при помощи охлаждающего вещества. Тепло от воздуха можно отвести путем соприкосновения последнего с какой-либо холодной поверхностью или путем смешения его с газообразной струей, имеющей температуру ниже температуры воздуха.

Борьба с избыточным выделением теплоты в горные выработки ведется по нескольким направлениям:

- предохранение воздуха от нагревания при его движении к местам потребления;
- охлаждение воздуха без применения специальных холодильных машин;
- охлаждение воздуха с применением холодильных машин (кондиционирование).

Способы предупреждения нагревания шахтного воздуха включают в себя следующее:

- увеличение количества подаваемого в выработки воздуха путем повышения мощности вентиляторных установок, увеличения скорости движения воздуха, расширения сечений воздухоподающих выработок;

- замена машин с электроприводам машинами с пневматическим приводом;
- тепло- и гидроизоляция стен выработок;
- теплоизоляция и тщательное уплотнение воздухоподающих трубопроводов;
- предупреждение возникновения интенсивных окислительных процессов;
- сокращение пути движения воздуха к местам потребления путем выбора соответствующей схемы проветривания, проведения дополнительных выработок и скважин;
- подача воздуха к местам потребления по специально пройденным выработкам, где скорость движения воздуха может быть существенно увеличена;
- замена восходящего проветривания очистных выработок нисходящим проветриванием (при соблюдении соответствующих требований ПБ).

Для предотвращения нагревания воздуха без применения холодильных машин используются следующие способы:

- осушение воздуха сорбентами, т. е. веществами, способными поглощать влагу из воздуха (например, хлористым кальцием);
- охлаждение воздуха льдом;
- охлаждение воздуха жидким воздухам, при испарении которого поглощается значительное количество теплоты;
- охлаждение воздуха сжатым воздухам (например, от пневмо-кондиционеров);
- охлаждение воздуха водой: путем непосредственного соприкосновения охлаждающей воды с воздухом либо через поверхность труб, где воздух охлаждается в специальных теплообменниках;

- пропускание воздуха через тепловыравнивающие каналы путем подвода воздуха к стволу по горизонтальным выработкам, пройденным на глубине среднегодовой температуры.

Наиболее эффективным является искусственное охлаждение воздуха в системах кондиционирования: в компрессорных и абсорбционных холодильных установках. Холодильные установки бывают передвижные и стационарные. Передвижные установки предназначены для охлаждения воздуха в тупиковых выработках или в отдаленных очистных забоях. Стационарные установки располагаются как на земной поверхности, так и в подземных условиях.

Хладопроизводительность (холодильная мощность) **отечественных шахтных холодильных агрегатов и кондиционеров составляет:**

- передвижных кондиционеров ВК-230 - 230 кВт, КПШ-3 – 105 кВт, КПШ-40 - 47 кВт, КПШ-40П с пневмоприводом - 52 кВт;
- турбокомпрессионных холодильных машин ШХТМ-1300 - 1500 кВт, ХТМФ-235М-2000 - 2325 кВт, ХТМФ-248-4000 - 4650 кВт;
- поршневой холодильной машины МФ-220-1РШ - 255 кВт;
- абсорбционной холодильной машины АБХА-2500-2В – 2800 кВт.

Для стационарной работы на поверхности используются машины ХТМФ-235-2000, ХТМФ-248-4000, АБХА-2500-2В, а машины ШХТМ-1300 и МФ-220-1РШ устанавливаются на глубоких горизонтах.

Охлаждение шахтного воздуха с применением холодильных машин становится необходимым, когда общее тепловыделение в выработку $Q_{общ}$ превышает тепловыделение в нее, допускаемое Правилами безопасности, $Q_{пб}$, т. е. при условии

$$Q_{общ} > Q_{пб}.$$

Поскольку эти количества теплоты описываются формулами:

$$Q_{общ} = c_р \cdot \rho \cdot V_{теп} \cdot (t_{пб} - t_н) \text{ и } Q_{пб} = c_р \cdot \rho \cdot V_в \cdot (t_{пб} - t_н),$$

то критерий необходимости кондиционирования воздуха в выработке может быть записан в виде соотношения

$$V_{теп} > V_в,$$

где $V_{теп}$ - количество воздуха, которое необходимо подать в выработку по тепловому фактору без охлаждения воздуха, м^3/ч;

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{c_р \cdot \rho \cdot \Delta t'} \quad (4.21)$$

где $c_р$ - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·К) $c_р$ = 0,241 ккал/(кг·К)·4,1868 кДж/ккал = 1,009 кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м^3; Δt - перепад температур между выходящим (отработанным) и входящим (свежим) воздухам, проходящим по выработке, К (^{o}С):

для стволов $\Delta t = t_в - t_н$, для подземных выработок $\Delta t = t_п - t_в$.

При необходимости кондиционирования воздуха следует выбрать тип кондиционера, рассчитать потребное количество кондиционеров и проверить правильность их установки.

Требуемая хладопроизводительность кондиционера $N_к'$, кВт, находится по формуле

$$N_к^{/} = \frac{c_h \cdot \rho \cdot V_d (t_н - t_{пб})}{3600} \quad (4.22)$$

К установке принимают кондиционер хладопроизводительностью

$$N_К \geq N_К^{/}$$

При установке кондиционера в выработке (обычно одного) температура смеси за кондиционером $t_{см}$, ^{o}С (=К), определяется соотношением

$$t_{см} = t_п - 3600\frac{N_К}{C_р \cdot \rho \cdot V_в} \quad (4.23)$$

Достаточность установки кондиционера проверяется по условию

$$t_{см} < t_в$$

Если $t_{см} > t_в$, то необходимо установить более мощный кондиционер.

Пример расчета. Исходные данные:

выработка - ствол шахты,

$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 38{,}5$ м^2,

$r_э = 3{,}5$ м,

$d = d_э = 7$ м,

$P = \pi \cdot d = 22$ м,

$l = H = 1200$ м,

$\alpha = 0^o$,

$H_0 = 20$ м,

$\delta = \frac{1}{\Gamma_{ст}} = 0{,}035$ м/^{o}C,

порода - песчаник,

$\rho_п = 2400$ кг/м^3,

$c_п = 0{,}858$ кДж/(кг·К),

$\lambda = 9{,}21$ кДж/(м·ч·К),

$a = \frac{\lambda}{c_п \cdot \rho_п} = 0{,}00477$ м^2/ч,

v = 2 м/с,

$\tau = 7$ лет $= 7 \cdot 365 \cdot 24 = 61320$ ч,

$t_н = 8{,}5$ ^{o}C,

$t_в = t_{пб} = 24$ ^{o}C,

$N_{потр} = 100$ кВт,

$N_п = 90$ кВт,

$\alpha_б = 0{,}0040$ кгс·с^2/м^4 =

$= 0{,}0392$ Па· с^2/м^2,

$N_{тр} = 100$ кВт,

$n = 7$ человек.

Для обеспечения возможности выполнения расчета тепловыделений по приведенным выше формулам принимаем дополнительно следующие данные (параметры):

$\beta = 0{,}01$ кг/(м^2·ч·К),

$r = 2256$ кДж/кг,

$\rho = 1{,}25$ кг/м^3,

$q_{ок} = 16$ кДж/(м^2·ч),

$\kappa_з = 0{,}8$,

$\eta_{дв} = 0{,}95$,

$P_{тр} = 0{,}05$,

$q_б = 200$ кДж/(м^2·ч),

$l_ц = 5$ м,

$q_п = 2000$ кДж/(ч·чел),

$\eta_{ву} = \eta_у \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_п = 0{,}7 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}95 = 0{,}56$,

$c_р = 1{,}009$ кДж/(кг·К).

Подсчитываем количества теплоты, выделяющиеся в выработку.

1. Тепловыделение при охлаждении горных пород

$$\alpha_k = 12.4 \cdot \frac{V^{0.8}}{d_э^{0.2}} = 12.4 \cdot \frac{2^{0.8}}{7^{0.2}} = 14.32, \text{кДж/(м}^2\text{·ч·К;}$$

$$\alpha_и = 1.3 \cdot \beta \cdot r = 1{,}3 \cdot 0{,}001 \cdot 2256 = 29{,}33, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$\alpha_0 = \alpha_k + \alpha_и = 14{,}32 + 29{,}33 = 43{,}65, \text{ кДж/(м}^2\text{·ч·К);}$$

$$K_т = \frac{\lambda}{1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}} \cdot \left[\frac{1}{2R_э} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot a \cdot \tau}\left(1+\frac{\lambda}{2\alpha_0 \cdot R_э}\right)}\right] =$$

$$\frac{9{,}211}{1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot 3{,}5} + \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 0{,}00447 \cdot 61320}\left(1+\frac{9{,}211}{2 \cdot 43{,}65 \cdot 3{,}5}\right)}\right] = 1{,}57,$$

кДж/(м^2·ч·К);

$$t_п = t_Н + (H - H_0)\delta = 8{,}5 + (1200 - 20)0{,}035 = 50\ °C;$$

$$Q_{охл} = K_т \cdot P \cdot l(t_п - t_в) = 1{,}57 \cdot 22 \cdot 1200(50 - 24) = 107764 \text{ кДж/ч.}$$

2. Тепловыделение при сжатии шахтного воздуха

$$V_и = 3600 \cdot v \cdot S = 3600 \cdot 2 \cdot 38{,}5 = 277200 \text{ м}^3\text{/ч;}$$

$$Q_{сж} = 0{,}00981 \cdot \rho \cdot V_В \cdot H = 0{,}00981 \cdot 1.25 \cdot 277200 \cdot 1200 = 4078998$$

кДж/ч.

3. Тепловыделение при окислительных процессах

$$Q_{ок} = q_{ок} \cdot V^{0{,}8} \cdot P \cdot l = 16 \cdot 2^{0{,}8} \cdot 22 \cdot 1200 = 735441 \text{ кДж/ч.}$$

4. Тепловыделение от местных источников:

- при работе электродвигателей горных машин и освещения

$$Q_{ЭД} = \frac{3600 \cdot N_{потр} \cdot K_з}{\eta_{ДВ}} = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 0{,}8}{0{,}95} = 303158 \text{ кДж/ч;}$$

- при спуске груза лебедкой

$$Q_{ЛС} = 3600 \cdot N_п \cdot K_з = 3600 \cdot 90 \cdot 0{,}8 = 259200 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе трансформатора

$$Q_{ТР} = 3600 \cdot N_{ТР} \cdot P_{ТР} = 3600 \cdot 100 \cdot 0{,}5 = 18000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе шахтных вентиляторов

$$Q_{ВБН} = 3{,}6 \cdot \alpha_В \cdot P \cdot l \frac{V^3}{\eta_{ВУ}} = 3{,}6 \cdot 0{,}0392 \cdot 22 \cdot 1200 \frac{2^3}{0{,}565} = 52751 \text{ кДж/ч;}$$

- при затвердевании монолитной бетонной крепи

$$Q_б = q_б \cdot P \cdot l_ц = 200 \cdot 22 \cdot 5 = 22000 \text{ кДж/ч;}$$

- при работе людей

$$Q_Л = q_л \cdot n_л = 2000 \cdot 7 = 14000 \text{ кДж/ч.}$$

5. Общее тепловыделение в ствол

$$Q_{общ} = \sum_{i-1}^{n} Q_i = Q_{охл} + Q_{сж} + Q_{ок} + Q_{зд} + Q_{лс} + Q_{тр} + Q_{вен} + Q_б + Q_л = 1077648 + 4078998 + 735441 + 303158 + 259200 + 18000 + 52751 + 22000 + 14000 = 6561196$$

кДж/ч.

Находим количество воздуха, необходимое для проветривания выработки по тепловому фактору без охлаждения воздуха

$$V_{теп} = \frac{Q_{общ}}{C_р \cdot \rho (t_{нб} - t_Н)} = \frac{6561196}{1{,}009 \cdot 1{,}25 (24 - 8{,}5)} = 335611 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Проверяем условие достаточности расхода воздуха по тепловому фактору $V_{теп} \langle V_в$.

В рассматриваемом случае это условие не выполняется, так как

$$V_{теп} = 335611 < V_В = 277200$$

Следовательно, требуется искусственное охлаждение воздуха при помощи холодильных машин.

Определяем требуемую хладопроизводительность холодильной машины

$$N_к = \frac{C_р \cdot \rho \cdot V_В (t_П - t_{пб})}{3600} = \frac{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200 (50 - 24)}{3600} = 2525 \text{ кВт.}$$

Принимаем $N_к$ = 2550 кВт. Температура смеси теплого и охлажденного воздуха за кондиционером составит

$$t_{см} = t_п - \frac{3600 \cdot N_k}{c_р \cdot \rho \cdot V_В} = 50 - \frac{3600 \cdot 2550}{1{,}009 \cdot 1{,}25 \cdot 277200} = 23{,}7$$

что удовлетворяет требованиям ПБ.

Варианты заданий

Перечень вариантов заданий к расчету тепловыделений в горные выработки приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Исходные данные для расчетов тепловыделений

	Величины	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Выработка	Штрек		Уклон		Квершлаг		Бремберг		Ствол	
2	S, м^2	8	10	7	6	12	14	10	12	44,2	33,2
3	P, м	11,8	13,2	11,0	10,2	14,4	15,6	13,2	14,4	23,6	20,4
4	L, м	900	1000	300	500	700	600	1000	900	1100	1200
5	α, °	6	8	40	50	10	8	15	20	90	90
6	H, м	800	900	600	700	1000	800	1200	1500	1100	1200

Продолжение табл. 4.2

7	H_0, м	20	21	22	23	24	25	30	35	28	30
8	$\Gamma_{ст}$, м/°С	30	25	26	27	31	29	32	28	34	27
9	Порода	Бурый уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Каменный уголь	Песчаник	Песчаник	Каменный уголь	Каменный уголь	Глинистый и песчанистый сланец	Песчаник
10	V, м/с	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	0,5
11	τ, м/с	3	2	6	8	5	9	10	7	6	4
12	$t_н$, °С	8,5	2,5	3,0	2,5	7,5	8,3	7,9	4,2	8,0	7,5
13	$t_в = t_{пб}$, °С	24	23	20	25	23	25	24	26	24	23
14	$N_{потр}$, кВт	70	60	50	40	100	90	50	50	100	100
15	$N_л$, кВт	-	-	50	50	-	-	-	-	-	100

16	$N_{тр}$, кВт	5	10	-	-	5	5	5	5	10	10
17	$\alpha_в$, Па·с^2/м^2	0,017	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,020	0,049	0,049
18	$n_л$, чел.	7	6	3	3	6	5	6	6	5	8

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте климатические условия в горных выработках глубоких шахт.

2. Как осуществляется теплоотдача тела человека в окружающую среду?

3. Какой микроклимат в выработках глубоких шахт считается допустимым?

4. Перечислите виды (формы) нагревания воздуха, движущегося по горным выработкам.

5. Как выполняется тепловое кондиционирование воздуха в горных выработках?

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ЦВЕТА СИГНАЛЬНЫЕ И ЗНАКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель работы – ривить практические навыки в применении сигнальных цветов и знаков безопасности; изучить назначение, характеристики и порядок применения сигнальных цветов и знаков безопасности.

Теоретические положения.

Для предупреждения многих несчастных случаев на производстве и в быту эффективным средством является цветовое оформление машин, приборов, помещений и рациональное применение сигнальных цветов и знаков безопасности, которые устанавливает ГОСТ Р 12.4.026–01 [1].

Различают прямое психологическое воздействие цвета на челове- ка, вызывающее, например, чувство радости или печали, создающее впе- чатление легкости или тяжести какого-либо предмета, удаленности или близости его, и вторичное воздействие, связанное с ассоциациями. Напри- мер, красный, оранжевый и желтый цвета ассоциируются с огнем, солн- цем, т. е. теплом. Такие цвета создают впечатление тепла и называются те- плыми цветами. Белый, голубой, зеленый и некоторые другие цвета ассо- циируются с холодом и называются холодными цветами.

Сигнальные цвета применяются для окраски поверхностей конст- рукций, приспособлений и элементов производственного оборудования, которые могут служить источником опасности для работающих.

ГОСТом установлены красный, желтый, зеленый и синий сигналь- ные цвета. Для усиления контраста сигнальных цветов они применяются на фоне контрастных цветов. Контрастные цвета применяются также для выполнения символов и поясняющих надписей.

Красный сигнальный цвет применяется: для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности, обозначений от-

ключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находя- щихся в рабочем состоянии под напряжением, и обозначения пожарной техники.

Желтый сигнальный цвет используется: для предупреждающих знаков элементов строительных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм (низкие балки, выступы и перепады в полости пола, малозаметные ступени, пандусы), мест, в которых существует опасность падения, сужений проездов, колонн, стоянок и опор производствен- ного оборудования (открытые движущиеся части оборудования); кромок штампов, прессов, ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, и т. п. элементов внутрицехового и межцехового транспорта, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, кабин и ограждений кранов, боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек и постоянных и временных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных и временных ограждений лестниц, перекрытий строящихся зданий; балконов и других мест, где возможно падение с высоты, емкостей, содержащих вещества с опасными и вредными свойствами, на которые предупреждающую окраску наносят в виде полосы шириной 50–100 мм в зависимости от размещения емкости; границ подходов к эвакуационным или запасным выходам.

Зеленый сигнальный цвет применяется для предписывающих знаков дверей и светового табло эвакуационных или запасных выходов, сигнальных ламп.

Синий сигнальный цвет используется для указательных знаков. Символ на знаках безопасности – это простое, всем понятное изображение характера опасности, мер предосторожности, инструктивных указаний или информации

по безопасности. Знаки должны быть установлены в местах, пребывание в которых связано с возможной опасностью для работающих, а также на производственном оборудовании, являющемся источником такой опасности. Знаки безопасности, устанавливаемые на воротах и входных дверях помещений, обозначают, что зона их действия – все помещение. При необходимости ограничения зоны действия знака приводятся соответствующие указания с вышеуказанным ГОСТом. Они контрастно выделются на окружающем их фоне и находятся в поле зрения людей, для которых предназначены. На местах и участках, являющихся временно опасными, устанавливаются переносные знаки и временные ограждения, окрашенные в сигнальный цвет. Всего предусмотрено четыре группы знаков безопасности:

1 запрещающий (в виде круга);

2 предупреждающий (в виде треугольника);

3 предписывающий (в виде квадрата);

4 указательный (в виде вертикального прямоугольника).

Для более полного усвоения формы символов на знаках и мест их установки следует дополнительно изучить раздел 3 ГОСТ Р 12.4.026-01 [1]. Для этого ниже дается необходимая выдержка из данного ГОСТа.

Стандарт не распространяется:

- на цвета, применяемые для световой сигнализации всех видов транспорта, транспортных средств и дорожного движения;
- цвета, знаки и маркировочные щитки баллонов, трубопроводов, емкостей для хранения и транспортирования газов и жидкостей;
- дорожные знаки и разметку, путевые и сигнальные знаки железных дорог, знаки для обеспечения безопасности движения всех видов транспорта (кроме знаков безопасности для подъемно-транспортных меха- низмов, внутризаводского, пассажирского и общественного транспорта);
- знаки и маркировку опасных грузов, грузовых единиц, требующих специальных условий транспортирования и хранения;

- знаки для электротехники.

Назначение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки состоит в обеспечении однозначного понимания определенных требований, касающихся безопасности, сохранения жизни и здоровья людей, снижения материального ущерба без применения слов или с их минимальным количеством.

Сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку следует применять для привлечения внимания людей, находящихся на производственных, общественных объектах и в иных местах, к опасности, опасной ситуации, предостережения в целях избегания опасности, сообщения о возможном исходе в случае пренебрежения опасностью, предписания или требования определенных действий, а также для сообщения необходимой информации.

Применение сигнальных цветов, знаков безопасности и сигнальной разметки на производственных, общественных объектах и в иных местах не заменяет необходимости проведения организационных и технических мероприятий по обеспечению условий безопасности, использования средств индивидуальной и коллективной защиты, обучения и инструктажа по технике безопасности.

Размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах должна проводить организация-изготовитель. При необходимости дополнительное размещение (установку) знаков безопасности на оборудовании, машинах, механизмах, находящихся в эксплуатации, проводит эксплуатирующая их организация.

Графические символы и поясняющие надписи на знаках безопасности отраслевого назначения, не предусмотренные настоящим стандартом, необходимо устанавливать в отраслевых стандартах, нормах, правилах с соблюдением требований настоящего стандарта.

Назначение и правила применения сигнальных цветов.

Стандарт устанавливает следующие сигнальные цвета: красный, желтый, зеленый, синий. Для усиления зрительного восприятия цветографических изображений знаков безопасности и сигнальной разметки сигнальные цвета следует применять в сочетании с контрастными цветами – белым или черным. Контрастные цвета необходимо использовать для выполнения графических символов и поясняющих надписей.

Сигнальные цвета необходимо применять:

- для обозначения поверхностей, конструкций (или элементов конструкций), приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т. п., которые могут служить источниками опасности для лю- дей, поверхности ограждений и других защитных устройств, систем бло- кировок и т. п.;
- обозначения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов;
- знаков безопасности, сигнальной разметки, планов эвакуации и других визуальных средств обеспечения безопасности;
- светящихся (световых) средств безопасности (сигнальные лампы, табло и др.);
- обозначения пути эвакуации.

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета установлены в табл. 5.0.

Красный сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных;
- внутренних поверхностей крышек (дверец) шкафов с открытыми токоведущими элементами оборудования, машин, механизмов и т. п. (если оборудование, машины, механизмы имеют красный цвет, то внутренние поверхности крышек (дверец) должны быть окрашены лакокрасочными

материалами желтого сигнального цвета);

- рукояток кранов аварийного сброса давления;

- корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением;

- обозначения различных видов пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов, требующих оперативного опознания (пожарные машины, наземные части гидрант-колонок, огнетушители, баллоны, устройства ручного пуска систем (установок) пожарной автоматики, средств оповещения, телефоны прямой связи с пожарной охраной, насосы, пожарные стенды, бочки для воды, ящики для песка, а также ведра, лопа- ты, топоры и т. п.);

- окантовки пожарных щитов белого цвета для крепления пожарного инструмента и огнетушителей. Ширина окантовки – 30–100 мм (допускается выполнять окантовку пожарных щитов в виде чередующихся наклонных под углом 45–60° полос красного сигнального и белого контра- стного цветов);

- орнаментовки элементов строительных конструкций (стены, колонны) в виде отрезка горизонтально расположенной полосы для обозначения мест нахождения огнетушителя, установки пожаротушения с ручным пуском, кнопки пожарной сигнализации и т. п. Ширина полос – 150–300 мм. Полосы должны располагаться в верхней части стен и колонн на высоте, удобной для зрительного восприятия с рабочих мест, проходов и т. п. В состав орнаментовки, как правило, следует включать знак пожарной безопасности с соответствующим графическим символом средства противопожарной защиты;

- сигнальных ламп и табло с информацией, извещающей о нару- шении технологического процесса или нарушении условий безопасности:

«Тревога», «Неисправность» и др.;

- обозначения захватных устройств промышленных установок и промышленных роботов;

Таблица 5.0

Смысловое значение, область применения сигнальных цветов и соответствующие им контрастные цвета

Сигнальный цвет	Смысловое значение	Область применения	Контрастный цвет
Красный	Непосредственная опасность Аварийная или опасная ситуация Пожарная техника, средства противо-пож. защиты, их элементы	Запрещение опасного поведения или действия.Обозначение непо-средственной опасности Сообщение об аварийном отключении или аварийном состоянии оборудования (техноло- гического процесса) Обозначение и определение мест нахождения пожарной техники, средств противопожарной защиты, их элементов	Белый
Желтый	Возможная опас-ность	Обозначение возможной опасно- сти, опасной ситуации. Преду- преждение о возможной опасно-сти	Черный
Зеленый	Безопасность, безопасные усло-вия	Сообщение о нормальной работе оборудования, нормальном со- стоянии технологического про-цесса	Белый
	Помощь, спасение	Обозначение пути эвакуации, аптечек, кабинетов, средств по оказанию первой медицинской помощи	
Синий	Предписание во избежание опасно-сти	Требование обязательных дейст- вий в целях обеспечения безо-пасности	Белый
	Указание	Разрешение определенных дей-ствий	

- обозначения временных ограждений или элементов временных ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий, ям, котлованов, временных ограждений мест химического, бактериологического и радиационного загрязнения, а также ограждений других мест, зон, участков, вход на которые временно запрещен.

Поверхность временных ограждений должна быть целиком окра- шена красным сигнальным цветом или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы красного сигнального и белого контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос крас- ного и белого цветов от 1:1 до 1,5:1,0;

- запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности.

Не допускается использовать красный сигнальный цвет:

- для обозначения стационарно устанавливаемых средств противопожарной защиты (их элементов), не требующих оперативного опознания (пожарные извещатели, пожарные трубопроводы, оросители установок пожаротушения и т. п.);

- на пути эвакуации во избежание путаницы и замешательства (кроме запрещающих знаков безопасности и знаков пожарной безопасности).

Желтый сигнальный цвет следует применять:

а) для обозначения элементов строительных и иных конструкций, которые могут явиться причиной получения травм работающими: низких балок, выступов и перепадов в плоскости пола, малозаметных ступеней, пандусов, мест, в которых существует опасность падения (кромки погрузочных платформ, грузовых поддонов, неогражденных площадок, люков, проемов и т. д.), сужений проездов, малозаметных распорок, узлов, колонн, стоек и опор в местах интенсивного движения внутризаводского транспорта и т. д.;

б) обозначения узлов и элементов оборудования, машин и механизмов, неосторожное обращение с которыми представляет опасность для людей:

открытых движущихся узлов, кромок оградительных устройств, не полностью закрывающих движущиеся элементы (шлифовальные круги, фрезы, зубчатые колеса, приводные ремни, цепи и т. п.), ограждающих конструкций площадок для работ, проводимых на высоте, а также постоянно подвешенных к потолку или стенам технологической арматуры и механизмов, выступающих в рабочее пространство;

в) обозначения опасных при эксплуатации элементов транспортных средств, подъемно-транспортного оборудования и строительно-дорожных машин, площадок грузоподъемников, бамперов и боковых поверхностей электрокаров, погрузчиков, тележек, поворотных платформ и боковых поверхностей стрел экскаваторов, захватов и площадок автопогрузчиков, рабочих органов сельскохозяйственных машин, элементов грузоподъемных кранов, обойм грузовых крюков и др.;

г) подвижных монтажных устройств, их элементов и элементов грузозахватных приспособлений, подвижных частей кантователей, траверс, подъемников, подвижных частей монтажных вышек и лестниц;

д) внутренних поверхностей крышек, дверец, кожухов и других ограждений, закрывающих места расположения движущихся узлов и элементов оборудования, машин, механизмов, требующих периодического доступа для контроля, ремонта, регулировки и т. п.

Если указанные узлы и элементы закрыты съемными ограждениями, то окрашиванию лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета подлежат сами движущиеся узлы, элементы и (или) поверхности смежных с ними неподвижных деталей, закрываемые ограждениями;

е) постоянных ограждений или элементов ограждений, устанавливаемых на границах опасных зон, участков, территорий: у проемов, ям, котлованов, выносных площадок, постоянных ограждений лестниц, балконов, перекрытий и других мест, в которых возможно падение с высоты.

Поверхность ограждения должна быть целиком окрашена

лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 20–300 мм при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

ж) обозначения емкостей и технологического оборудования, содержащих опасные или вредные вещества.

Поверхность емкости должна быть целиком окрашена лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета или иметь чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов.

Ширина полос – 50–300 мм в зависимости от размера емкости при соотношении ширины полос желтого и черного цвета от 1:1 до 1,5:1,0;

з) обозначения площадей, которые должны быть всегда свободными на случай эвакуации (площадки у эвакуационных выходов и подходы к ним, возле мест подачи пожарной тревоги, возле мест подхода к средствам противопожарной защиты, средствам оповещения, пунктам оказания первой медицинской помощи, пожарным лестницам и др.).

Границы этих площадей должны быть обозначены сплошными линиями желтого сигнального цвета, а сами площади – чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина линий и полос – 50 – 100 мм;

и) предупреждающих знаков безопасности.

На поверхность объектов и элементов, перечисленных в а) и в), допускается наносить чередующиеся наклонные под углом 45–60° полосы желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 50– 300 мм в зависимости от размера объекта и расстояния, с которого должно быть видно предупреждение.

Если оборудование, машины и механизмы окрашены лакокрасочными материалами желтого сигнального цвета, то перечисления б) и д), их узлы и

элементы должны быть обозначены чередующимися наклонными под углом 45–60° полосами желтого сигнального и черного контрастного цветов. Ширина полос – 20–300 мм в зависимости от размера узла (элемента) оборудования при соотношении ширины полос желтого и черного цветов от 1:1 до 1,5:1,0.

Для строительно-дорожных машин и подъемно-транспортного оборудования, которые могут находиться на проезжей части, допускается применять предупреждающую окраску в виде чередующихся красных и белых полос.

Синий сигнальный цвет следует применять:

- для окрашивания светящихся (световых) сигнальных индикаторов и других сигнальных устройств указательного или разрешающего назначения;
- предписывающих и указательных знаков безопасности.

Зеленый сигнальный цвет следует применять:

- для обозначения безопасности (безопасных мест, зон безопасного состояния);
- сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы оборудования, нормальном состоянии технологических процессов и т. п.;
- обозначения пути эвакуации;
- эвакуационных знаков безопасности и знаков безопасности медицинского и санитарного назначения.

Характеристики сигнальных и контрастных цветов.

Знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в поле зрения людей, для которых они предназначены.

Знаки безопасности должны быть расположены таким образом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания и не создавали неудобств при выполнении людьми своей профессиональной или иной деятельности, не загораживали проход, проезд, не препятствовали перемещению грузов.

Знаки безопасности, размещенные на воротах и на (над) входных(ми) дверях(ми) помещений, означают, что зона действия этих знаков

распространяется на всю территорию и площадь за воротами и дверями.

Размещение знаков безопасности на воротах и дверях следует выполнять таким образом, чтобы зрительное восприятие знака не зависело от положения ворот или дверей (открыто, закрыто). Эвакуационные знаки безопасности Е 22 «Выход» и Е 23 «Запасный выход» должны размещаться только над дверями, ведущими к выходу.

Знаки безопасности, установленные у въезда (входа) на объект (участок), означают, что их действие распространяется на объект (участок) в целом.

При необходимости ограничить зону действия знака безопасности соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи на дополнительном знаке.

Знаки безопасности, изготовленные на основе несветящихся материалов, следует применять в условиях хорошего и достаточного освеще- ния.

Знаки безопасности с внешним или внутренним освещением следует применять в условиях отсутствия или недостаточного освещения.

Световозвращающие знаки безопасности следует размещать (устанавливать) в местах, где отсутствует освещение или имеется низкий уровень фонового освещения (менее 20 лк по СНиП 23-05-95): при проведении работ с использованием индивидуальных источников света, фонарей (например, в туннелях, шахтах и т. п.), а также для обеспечения безопасности при проведении работ на дорогах, автомобильных трассах, в аэропортах и т. п.

Фотолюминесцентные знаки безопасности следует применять там, где возможно аварийное отключение источников света, а также в качестве элементов фотолюминесцентных эвакуационных систем для обеспечения самостоятельного выхода людей из опасных зон в случае возникновения аварий, пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Для возбуждения фотолюминесцентного свечения знаков безопасности необходимо наличие в помещении, где они установлены, искусст- венного или естественного освещения.

Освещенность поверхности фотолюминесцентных знаков безопасности источниками света должна быть не менее 25 лк.

Основные и дополнительные знаки безопасности.

Основные знаки безопасности необходимо разделять на следующие группы: запрещающие знаки; предупреждающие знаки; знаки пожарной безопасности; предписывающие знаки; эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения; указательные знаки.

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности должны соответствовать приведенным в табл. 5.1

Таблица 5.1

Геометрическая форма, сигнальный цвет, смысловое значение основных знаков безопасности

Группа	Геометрическая форма <*>	Сигнальный цвет	Смысловое значение
Запрещающие знаки	Круг с поперечной полосой	Красный	Запрещение опасного пове- дения или действия
Предупреждающие знаки	Треугольник	Желтый	Предупреждение о возмож- ной опасности. Осторож- ность. Внимание
Предписывающие знаки	Круг	Синий	Предписание обязательных действий во избежание опасности
Знаки пожарной безопасности <**>	Квадрат или прямоугольник	Красный	Обозначение и указание мест нахождения средств проти- вопожарной защиты, их эле- ментов
Эвакуационные знаки и знаки медицинского и санитарного назначения	Квадрат или прямоугольник	Зеленый	Обозначение направления движения при эвакуации. Спасение, первая помощь при авариях или пожарах. Надпись, информация для обеспечения безопасности
Указательные знаки	Квадрат или прямоугольник	Синий	Разрешение. Указание. Над- пись или информация

Примечание: <*> Рисунки не приводятся. <**> К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: P 01 «Запрещается курить», P 02 «Запрещается пользо- ваться открытым огнем», P 04 «Запрещается тушить водой», P 12 «Запрещается загромождать проходы (или) складировать» (табл. 5.2);

- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества», W 02 «Взрывоопасно», W 11

«Пожароопасно. Окислитель» (табл. 5.3).

Таблица 5.2

Запрещающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 01		Запрещается курить	Использовать, когда курение мо- жет стать причиной пожара. На дверях и стенах помещений, уча- стках, где имеются горючие и лег- ковоспламеняющиеся вещества, или в помещениях, где курить запрещается
Р 02		Запрещается пользоваться открытым огнем и курить	Использовать, когда открытый огонь и курение могут стать при- чиной пожара. На входных дверях, стенах помещений, участках, ра- бочих местах, емкостях, производ- ственной таре
Р 03		Проход запрещен	У входа в опасные зоны, помеще- ния, участки и др.
Р 04		Запрещается тушить водой	В местах расположения электро- оборудования, складах и других местах, где нельзя применять воду при тушении горения или пожара
Р 05		Запрещается использовать в качестве питьевой воды	На техническом водопроводе и емкостях с технической водой, не- пригодной для питья и бытовых нужд
Р 06		Доступ посторонним запрещен	На дверях помещений, у входа на объекты, участки и т. п. для обо- значения запрета на вход (проход) в опасные зоны или для обозначе- ния служебного входа (прохода)

Продолжение таблицы 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 07		Запрещается движение средств наполь- ного транспорта	В местах, где запрещается применять средства напольного транс- порта (например, погрузчики или напольные транспортеры)
Р 08		Запрещается прикасаться. Опасно	На оборудовании (узлах оборудо- вания), дверцах, щитах или других поверхностях, прикосновение к которым опасно
Р 09		Запрещается прикасаться. Корпус под на- пряжением	На поверхности корпусов, щитов и т. п., где есть возможность пора- жения электрическим током
Р 10		Не включать!	На пультах управления и включе- ния оборудования или механизмов при ремонтных и пусконаладоч- ных работах
Р 11		Запрещается работа (присутствие) людей со стимуляторами сердечной деятельности	В местах и на оборудовании, где запрещено работать или находить- ся людям с вживленными стиму- ляторами сердечной деятельности
Р 12		Запрещается за- громождать про- ходы и (или) складировать	На пути эвакуации, у выходов, в местах размещения средств про- тивопожарной защиты, аптечек первой медицинской помощи и других местах
Р 13		Запрещается подъем (спуск) людей по шахтному стволу (запрещается транспортировка пассажиров)	На дверях грузовых лифтов и дру- гих подъемных механизмов

Продолжение табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Р 14		Запрещается вход (проход) с животными	На воротах и дверях зданий, со- оружений, помещений, объектов, территорий и т. п., где не должны находиться животные, где запре- щен вход (проход) вместе с жи- вотными
Р 16		Запрещается работа (присутствие) людей, имеющих металлические имплантанты	На местах, участках и оборудова- нии, где запрещено работать или находиться людям с вживленными металлическими имплантантами
Р 17		Запрещается разбрызгивать воду	На местах и участках, где запре- щено разбрызгивать воду
Р 18		Запрещается пользоваться мобильным (сотовым) телефоном или переносной рацией	На дверях помещений, у входа на объекты, где запрещено пользоваться средствами связи, имею- щими собственные радиочастот- ные электромагнитные поля
Р 21		Запрещение (прочие опасности или опасные действия)	Применять для обозначения опасности, не предусмотренной настоящим стандартом. Знак необходимо использовать вместе с поясняющей надписью или с дополнительным знаком безопасности с поясняющей надписью
Р 27		Запрещается иметь при (на) себе металлические предметы (часы и т. п.)	При входе на объекты, на рабочих местах, оборудовании, приборах и т. п. Область применения знака может быть расширена
Р 30		Запрещается принимать пищу	На местах и участках работ с вредными для здоровья веществами, а также в местах, где прием пищи запрещен. Область применения знака может быть расшире- на

Окончание табл. 5.2

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
P 32		Запрещается подходить к элементам оборудования с маховыми движениями большой амплитуды	На оборудовании и рабочих местах по обслуживанию оборудования с элементами, выполняющими маховые движения большой амплитуды
P 33		Запрещается брать руками. Сыпучая масса (непрочная упа- ковка)	На производственной таре, в складах и иных местах, где используют сыпучие материалы
P 34		Запрещается пользоваться лифтом для подъема (спуска) людей	На дверях грузовых лифтов и других подъемных механизмах. Знак входит в состав группового знака безопасности «При пожаре лифтом не пользоваться, выходить по лестнице»

Таблица 5.3

Предупреждающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 01		Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся ве- щества	Использовать для привлечения внимания к помещениям с легковоспламеняющимися веществами. На входных дверях, дверцах шкафов, емкостях и т. д.

Продолжение табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 02		Взрывоопасно	Использовать для привлечения внимания к взрыво- опасным веществам, а так- же к помещениям и участ- кам. На входных дверях, стенах помещений, дверцах шкафов и т. д.
W 03		Опасно. Ядовитые ве- щества	В местах хранения, выделения, производства и применения ядовитых веществ
W 04		Опасно. Едкие и корро- зионные вещества	В местах хранения, выде- ления, производства и применения едких и корро- зионных веществ
W 05		Опасно. Радиоактивные вещества или ионизи- рующее излучение	На дверях помещений, дверцах шкафов и в других местах, где находятся и применяются радиоактивные вещества или имеется ионизирующее излучение. Допускается применять знак радиационной опасно- сти по ГОСТ 17925
W 06		Опасно. Возможно падение груза	Вблизи опасных зон, где используется подъемно-транспортное оборудование
W 07		Внимание. Автопогруз- чик	В помещениях и на участках, где проводятся погрузочно-разгрузочные работы

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 08		Опасность поражения электрическим током	На опорах линий электропередачи, электрооборудовании и приборах, дверцах силовых щитков, на элек-тротехнических панелях и шкафах, а также на ограж- дениях токоведущих частей оборудования, механизмов, приборов
W 09		Внимание. Опасность (прочие опасности)	Применять для привлече- ния внимания к прочим ви- дам опасности, не обозна- ченной настоящим стан- дартом. Знак необходимо использовать вместе с дополнительным знаком безопасности с поясняю- щей надписью
W 10		Опасно. Лазерное излу- чение	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где имеет- ся лазерное излучение
W 11		Пожароопасно. Окисли- тель	На дверях помещений, дверцах шкафов для привлечения внимания на наличие окислителя

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 12		Внимание. Электромагнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют электромагнитные поля
W 13		Внимание. Магнитное поле	На дверях помещений, оборудовании, приборах и в других местах, где действуют магнитные поля
W 14		Осторожно. Малозаметное препятствие	В местах, где имеются малозаметные препятствия, о которые можно споткнуться
W 15		Осторожно. Возможность падения с высоты	Перед входом на опасные участки и в местах, где возможно падение с высоты
W 16		Осторожно. Биологическая опасность (инфекционные вещества)	В местах хранения, производства или применения вредных для здоровья биологических веществ
W 17		Осторожно. Холод	На дверцах холодильников и морозильных камер, компрессорных агрегатах и других холодильных аппаратах
W 18		Осторожно. Вредные для здоровья аллергические (раздражающие) вещества	В местах хранения, произ- водства или применения вредных для здоровья аллергических (раздражающих) веществ

Продолжение табл. 5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 19		Газовый баллон	На газовых баллонах, скла- дах и участках хранения и применения сжатых или сжиженных газов. Цвет баллона черный или белый, выбирается по ГОСТ 19433
W 20		Осторожно. Аккумуля- торные батареи	В помещениях и на участках изготовления, хранения и применения аккумуля- торных батарей
W 22		Осторожно. Режущие валы	На участках работ и оборудовании, имеющем незащищенные режущие валы
W 23		Внимание. Опасность зажима	На дверцах турникетов и шлагбаумах
W 24		Осторожно. Возможно опрокидывание	На дорогах, рампах, складах, участках, где возможно опрокидывание внутризаводского транспорта
W 25		Внимание. Автоматическое включение (запуск) оборудования	На рабочих местах, оборудовании или отдельных узлах оборудования с автоматическим включением
W 26		Осторожно. Горячая поверхность	На рабочих местах и обо-рудовании, имеющем на-гретые поверхности

Окончание табл.5.3

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
W 27		Осторожно. Возможно травмирование рук	На оборудовании, узлах оборудования, крышках и дверцах, где возможно получить травму рук
W 28		Осторожно. Скользко	На территории и участках, где имеются скользкие места
29		Осторожно. Возможно затягивание между вращающимися элемен- тами	На рабочих местах и обо- рудовании, имеющем вра- щающиеся элементы, на- пример на валковых мель- ницах
W 30		Осторожно. Сужение проезда (прохода)	На территориях, участках, в цехах и складах, где имеются сужения прохода (проезда) или присутствуют выступающие конструкции, затрудняющие проход (проезд)

Таблица 5.4

Предписывающие знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
M 01		Работать в защитных очках	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов зрения

Продолжение табл. 5.4

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 02		Работать в защитной каске (шлеме)	На рабочих местах и участках, где требуется защита головы
М 03		Работать в защитных наушниках	На рабочих местах и участках с повышенным уровнем шума
М 04		Работать в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	На рабочих местах и участках, где требуется защита органов дыхания
М 05		Работать в защитной обуви	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной защиты
М 06		Работать в защитных перчатках	На рабочих местах и участках работ, где требуется защита рук от воздействия вредных или агрессивных сред, защита от возможного поражения электрическим током
М07		Работать в защитной одежде	На рабочих местах и участках, где необходимо применять средства индивидуальной зашиты
М 08		Работать в защитном щитке	На рабочих местах и участках, где необходима защита лица и органов зрения

Продолжение табл. 5.4

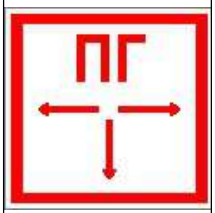
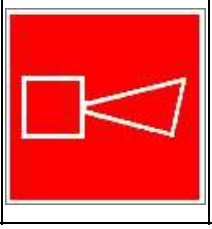
Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
М 09		Работать в предохранительном (страховочном) поясе	На рабочих местах и участках, где для безопасной работы требуется применение предохранительных (страховочных) поясов
М 10		Проход здесь	На территориях и участках, где разрешается проход
М 11		Общий предписывающий знак (прочие предписания)	Для предписаний, не обозначенных настоящим стандартом. Знак необходимо применять вместе с поясняющей надписью на дополнительном знаке безопасности
М 12		Переходить по надземному переходу	На участках и территориях, где установлены надземные переходы
М 13		Отключить штепсельную вилку	На рабочих местах и оборудовании, где требуется отключение от электросети при наладке или остановке электрооборудования и в других случаях
М 14		Отключить перед работой	На рабочих местах и оборудовании при проведении ремонтных или пусконаладочных работ
М 15		Курить здесь	Используется для обозначения места курения на производственных объектах

Таблица 5.5

Знаки пожарной безопасности

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 01-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими знаками пожар- ной безопасности для указания направления движе- ния к месту нахождения (размещения) средства противопожарной зашиты
F 01-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими знаками пожарной безопасности для указания направления движения к месту нахождения (размещения) средства противопожарной защиты
F 02		Пожарный кран	В местах нахождения комплекта пожарного крана с пожарным рукавом и стволом
F 03		Пожарная лестница	В местах нахождения пожарной лестницы
F 04		Огнетушитель	В местах размещения огнетушителя
F 05		Телефон для использования при пожаре	В местах размещения телефона, по которому мож- но вызвать пожарную охрану

Продолжение табл. 5.5

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по применению
F 06		Место размещения нескольких средств противопожарной защиты	В местах одновременного нахождения (размещения) нескольких средств противопожарной защиты
F 07		Пожарный водоисточник	В местах нахождения пожарного водоема или пир- са для пожарных машин
F 08		Пожарный сухотрубный стояк	В местах нахождения пожарного сухотрубного стояка
F 09		Пожарный гидрант	У мест нахождения подземных пожарных гидран- тов. На знаке должны быть цифры, обозначающие расстояние от знака до гидранта в метрах
F 10		Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики	В местах ручного пуска установок пожарной сигна- лизации, пожаротушения и (или) систем противодым- ной защиты. В местах (пунктах) подачи сигнала пожарной тревоги
F 11		Звуковой оповещатель пожарной тревоги	В местах нахождения зву- кового оповещателя или совместно со знаком F 10 «Кнопка включения установок (систем) пожарной автоматики»

К знакам пожарной безопасности относят также:

- запрещающие знаки: Р 01 «Запрещается курить», Р 02 «Запрещается пользоваться открытым огнем», Р 04 «Запрещается тушить водой», Р 12 «Запрещается загромождать проходы и (или) складировать»;
- предупреждающие знаки: W 01 «Пожароопасно. Легковоспламеняющиеся вещества», W 02 «Взрывоопасно», W 11 «Пожароопасно. Окислитель»;
- эвакуационные знаки;

Таблица 5.6

Эвакуационные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 01-01		Выход здесь (левосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с левой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуа- ционному выходу
Е 01-02		Выход здесь (правосторонний)	Над дверями (или на дверях) эвакуационных выходов, открывающихся с правой стороны. На стенах помещений вместе с направляющей стрелкой для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 02-01		Направляющая стрелка	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения

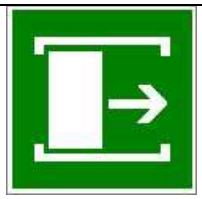
Продолжение табл.5.6

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 02-02		Направляющая стрелка под углом 45°	Использовать только вместе с другими эвакуационными знаками для указания направления движения
Е 03		Направление к эвакуационному выходу на- право	На стенах помещений для указаниянаправления движения к эвакуационному выходу
Е 04		Направление к эвакуационному выходу налево	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 05		Направление к эвакуационному выходу направо вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 06		Направление к эвакуационному выходу нале- во вверх	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плос- кости
Е 07		Направление к эвакуационному выходу на- право вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 08		Направление к эвакуационному выходу налево вниз	На стенах помещений для указания направления движения к эвакуационному выходу по наклонной плоскости
Е 09		Указатель двери эвакуа- ционного выхода	Над дверями эвакуацион- ных выходов

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 10		Указатель двери эвакуационного выхода (левосторонний)	Над дверями эвакуационных выходов
Е 11		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или под- вешивается к потолку
Е 12		Направление к эвакуационному выходу прямо	Над проходами, проемами, в помещениях большой площади. Размещается на верхнем уровне или подвешивается к потолку
Е 13		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 14		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вниз	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 15		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 16		Направление к эвакуационному выходу по лестнице вверх	На лестничных площадках и стенах, прилегающих к лестничному маршу
Е 17		Для доступа вскрыть здесь	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах, где для доступа в помещение или выхода необходимо вскрыть определенную кон- струкцию, например раз- бить стеклянную панель

Продолжение табл. 5.6.

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по применению
Е 18		Открывать движением от себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 19		Открывать движением на себя	На дверях помещений для указания направления от- крывания дверей
Е 20		Для открывания сдви- нуть	На дверях помещений для обозначения действий по открыванию сдвижных две- рей
Е 21		Пункт (место) сбора	На дверях, стенах помеще- ний и в других местах для обозначения заранее преду- смотренных пунктов (мест) сбора людей в случае воз- никновения пожара, аварии или другой чрезвычайной ситуации
Е 22		Указатель выхода	Над дверями эвакуацион- ного выхода или в составе комбинированных знаков безопасности для указания направления движения к эвакуационному выходу
Е 23		Указатель запасного выхода	Над дверями запасного выхода

Эвакуационные знаки следует устанавливать в положениях, соответствующих направлению движения к эвакуационному выходу.

Изображение графического символа фигуры человека в дверном проеме на эвакуационных знаках Е 01-01 и Е 01-02 смыслового значения

«Выход здесь» должно совпадать с направлением движения к эвакуационному выходу».

Таблица 5.7

Знаки медицинского и санитарного назначения

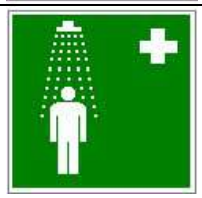
Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установ- ки) и рекомендации по при-менению
ЕС 01		Аптечка первой медицинской помощи	На стенах, дверях помещений для обозначения мест размещения аптечек первой медицинской помощи
ЕС 02		Средства выноса (эвакуации) пораженных	На дверях и стенах помещений в местах размеще- ния средств выноса (эва- куации) пораженных
ЕС 03		Пункт приема гигиенических процедур (душевые)	На дверях и стенах помещений в местах расположения душевых и т. п.
ЕС 04		Пункт обработки глаз	На дверях и стенах поме- щений в местах располо- жения пункта обработки глаз
ЕС 05		Медицинский кабинет	На дверях медицинских кабинетов
ЕС 06		Телефон связи с медицинским пунктом (скорой медицинской помощью)	В местах установки телефонов

Таблица 5.8.

Указательные знаки

Код знака	Цветографическое изображение	Смысловое значение	Место размещения (установки) и рекомендации по при- менению
D 01		Пункт(место) приема пищи	На дверях комнат приема пищи, буфетах, столовых, бытовых помещениях и в других местах, где разре- шается прием пиши
D 02		Питьевая вода	На дверях бытовых помещений и в местах распо- ложения кранов с водой, пригодной для питья и бы- товых нужд (туалеты, душевые, пункты приема пищи и т. д.)
D 03		Место курения	Используется для обозначения места курения на общественных объектах

Порядок выполнения работы

1. Изучить выдержку из ГОСТ Р 12.4.026–01.

2. Проверить усвоение материала, ответив на контрольные вопросы:

В какой цвет окрашено поле предупреждающего знака?

Какой размер имеет сторона треугольника предупреждающего знака № 4, наносимого на тару и оборудование?

Какой цвет имеет символическое изображение на запрещающем знаке?

Какую форму имеет предписывающий знак?

Какую форму имеет запрещающий знак?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 45 м. Какой размер должен иметь внешний диаметр круга запрещающего знака, мм?

Какой цвет имеют символические изображения или поясняю- щие надписи, наносимые на указательные знаки?

Расстояние от наблюдателя до знака составляет 60 м. Какие размеры

(стороны прямоугольника) должен иметь указательный знак, мм?

Какой цвет имеет квадрат, помещенный внутри указательного знака?

Какой размер имеет внешний диаметр круга запрещающего знака № 5, наносимого на производственное оборудование и тару?

3. Составить отчет. Отчет должен включать:

- цель практической работы;
- ответы на вопросы задания;
- зарисовку формы знаков (запрещающего, предупреждающего, предписывающего, указательного) с указанием цвета поля, символов, надпи- сей.

4. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.4.026–01. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение, правила применения. Общие технические требования и реко- мендации. Методы испытания [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-поисковой системы «Техэксперт».

РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель задания - ознакомиться с понятием и причинами возникновения несчастных случаев, порядком их расследования и учет на производстве, также с методами анализа травматизма.

Порядок выполнения задания:

а) изучить и законспектировать общие сведения по пункту 1;

б) изучить методы анализа и рассчитать по вариантам показатели травматизма по пункту 2 (см контр. вопросы к пунктам 1 и 2);

в)изучить «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях» и законспектировать ответы на контрольные вопросы к пункту 3.

Общие сведения о несчастных случаях.

Несчастным случаем на производстве называют случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работы [1].

Повреждение здоровья в результате несчастного случая называют **травмой**. Травма, полученная работающим на производстве, называется **производственной**.

Опасным называют производственный фактор, воздействие которого при определенных условиях на работающего приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредным называют производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеваниям или снижению его трудоспособности. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ) по природе

действия подразделяют на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Производственные травмы в зависимости от характера воздействующих факторов подразделяются на:

а) механические повреждения (ушибы, ранения, вывихи, переломы, сотрясения мозга);

б) поражение электрическим током (электроудар, электротравма);

в) термические повреждения (ожоги пламенем, нагретыми частями оборудования, горячей водой и пр.);

г) химические повреждения (ожоги, острые отравления);

д) комбинированные повреждения (сочетание нескольких опасных факторов).

Производственные травмы по тяжести подразделяются на 6 категорий:

- микротравма (после оказания помощи можно продолжать работу).
- легкая травма (потеря трудоспособности на 1 или несколько дней).
- травма средней тяжести (многодневная потеря трудоспособности);
- тяжелая травма (когда требуется длительное лечение);
- травма, приводящая к инвалидности (частичная или полная утрата трудоспособно-сти);
- смертельная травма.

Причины возникновения производственных травм:

- организационные (нарушение технологического процесса и требований техники безопасности (ТБ), неправильная организация рабочего места и режима труда);
- технические (техническое несовершенство оборудования, неисправность механизмов, отсутствие или не использование защитных средств);
- санитарно-гигиенические (несоответствие условий труда требованиям КЗоТ, системе стандартов по безопасности труда (ССБТ), санитарным нормам(СН), строительным нормам и правилам (СНиП) и др.

- психофизиологические (неудовлетворительное состояние здоровья, переутомление, стресс, опьянение и др.).

Методы анализа показателей травматизма

Разработке мероприятий по улучшению условий труда предшествует необходимый этап - исследование и анализ причин травматизма. Для анализа состояния производственного травматизма применяют методы: статистический, экономический, монографический и топографический.

Статистический метод позволяет количественно оценить повторяемость несчастных случаев по ряду относительных коэффициентов. В результате сравнения полученных коэффициентов за отчетный период с предшествующим периодом можно оценить эффективность профилактических мер. Обычно при этом методе анализа несчастные случаи группируются по однородным признакам: профессиям, видам работ, возрасту, стажу работ, причинам, вызвавшим травму. Простота и наглядность являются несомненным достоинством этого метода. Однако у него есть и недостаток - он не выявляет опасные произ-водственные факторы. Среди основных показателей травматизма, используемых при статистическом методе анализа, являются:

а) коэффициент частоты травматизма - число пострадавших при несчастных случаях за отчетный период на 1ООО работающих, определяется по формуле:

$$K_ч = T_x \cdot \frac{1000}{P_c},$$

где Кч - коэффициент частоты травматизма; Т - число учтенных травм с потерей трудоспособности; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период.

б) коэффициент тяжести травматизма - число человеко-дней нетрудоспособно-сти, которое приходится на один несчастный случай и определяется по формуле:

$$К_Т = \frac{Д}{Т},$$

где Кт - коэффициент тяжести травматизма; Д - общее количество дней

нетрудоспособности за отчетный период; Т - количество учтенных травм.

в) коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев

- показывает через сколько рабочих дней в среднем повторяются несчастные случаи и оп-ределяется по формуле:

$$В = 22{,}5 \cdot \frac{12}{Т},$$

где В - календарная повторяемость несчастных случаев; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

г) коэффициент средней повторяемости - показывает на сколько человекодней приходится один несчастный случай, определяется по формуле:

$$B_{ср} = 22{,}5 \cdot 12 \cdot \frac{P_c}{T},$$

где Вср - коэффициент средней повторяемости несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих за отчетный период; Т - число несчастных случаев за отчетный период.

д) коэффициент опасности работ - характеризуется тяжестью и частотой несчастных случаев, определяется по формуле:

$$О_р = К_Т \cdot Т_х \cdot \frac{100}{Р_с \cdot М \cdot 22{,}5},$$

где Ор - коэффициент опасности работ; Кт - коэффициент тяжести травматизма ; Т - количество учтенных несчастных случаев; Рс - среднесписочное число работающих; М - число месяцев в отчетном периоде.

Таблица 5.0

Исходные данные для расчета показателей травматизма

Показатели	Варианты									
										0
Отчетн										

ый период, мес. (М)				2				2		
Число несчастных случаев (Т)				0				1		
Число дней нетрудоспособности (Д)	80	00	80	20	00	50	70	20	60	00
Средне списочное числоработающих (Рс)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Экономический метод анализа производственного травматизма позволяет оценить эффективность финансовых затрат на профилактику травматизма с расходами на органи-зационные и технические мероприятия. Для более полной и глубокой характеристики травматизма экономический метод часто используют в сочетании с монографическим методом.

Монографический метод анализа травматизма состоит в углубленном и всестороннем изучении отдельного производства, цеха или участка. Он включает описание технологического процесса, оборудования и особенностей технологического регламента, описание опасных зон на рабочих местах, также санитарно-гигиенические условия труда. При этом обращается внимание на наличие защитных приспособлений, ограждений и травмоопасных ситуаций

Монографический метод анализа травматизма характеризуется полнотой, но трудоемок. Этот метод позволяет выявить потенциальную опасность не только в действующих производствах, но и на этапе проектирования, тем самым исключить причины травматизма.

Топографический метод анализа травматизма проводится по месту происшествия. При этом все несчастные случаи условными знаками наносятся на план производственного участка или схему механизма в тех местах, где они произошли. В результате этого выявляются опасные зоны, требующие соответствующих защитных мер и особого внимания.

Контрольные вопросы к пунктам 1 и 2

1. Что такое несчастный случай?
2. Что такое опасный производственный фактор?
3. Что такое вредный производственный фактор?
4. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы?
5. Какие различают разновидности производственных травм?
6. Какие выделяют категории производственных травм?
7. Каковы основные причины возникновения производственных травм?
8. Какие существуют методы анализа производственного травматизма ?
9. В чем заключается статистический метод анализа производственного травматизма?
10. Как определяется коэффициент частоты травматизма?
11. Как определяется коэффициент тяжести травматизма?
12. Как определяется коэффициент календарной повторяемости несчастных случаев?
13. Как определяется коэффициент средней повторяемости несчастных случаев?
14. Как определяется коэффициент опасности работ?
15. В чем заключается экономический метод анализа производственного травматизма?
16. В чем заключается монографический метод анализа производственного травматизма?

17. В чем заключается топографический метод анализа производственного травматизма?

Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях

Расследование и учет несчастных случаев на производстве проводят в соответствии с “Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях”, утвержденного Постановлением Министерства труда и социального раз-вития Российской Федерации от 24 октября 2002г. №73, а также статьями 227-231 Трудового кодекса РФ (ТК РФ).

Несчастный случай на производстве - это случай, происшедший с работающим вследствие воздействия опасного производственного фактора (для застрахованного – это страховой случай).

Несчастные случаи в зависимости от причин, места и времени происшествия делятся на две группы: несчастные случаи, связанные с работой и несчастные случаи, не связанные с работой (бытовые травмы).

Несчастные случаи, не связанные с производством, но происшедшие на производстве - это несчастные случаи, происшедшие при изготовлении предметов в личных целях, самовольном использовании транспорта предприятия, участии в спортивных мероприятиях на территории предприятия, при хищении имущества предприятия.

Бытовые несчастные случаи - это несчастные случаи, происшедшие в быту (дома) или при нахождении на предприятии вне рабочего времени.

Расследование несчастных случаев на производстве выполняется в соответствии с Трудовым кодексом РФ и «Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях», утверждённым постановлением Минтруда России № 73 от 24 октября 2002 года. Этим же постановлением утверждены формы документов, необходимых для расследования и учёта несчастных случаев на производстве.

Расследование несчастного случая может быть достаточно сложным

процессом, поскольку интересы пострадавшего и работодателя часто не совпадают.

Действие нормативных актов по расследованию и учёту несчастных случаев на производстве распространяется на:

- работодателей - физических лиц, вступивших в трудовые отношения с работниками;
- уполномоченных работодателем лиц (представители работодателя);
- физических лиц, осуществляющих руководство организацией (руководители организации);
- физических лиц, состоящих в трудовых отношениях с работодателем;
- других лиц, участвующих с ведома работодателя в его производственной деятельности своим личным трудом, правоотношения которых не предполагают заключения трудовых договоров.

Расследованию подлежат травмы, в том числе причиненные другими лицами, включая:

- тепловой удар, ожог, обморожение;
- утопление; поражение электрическим током или молнией;
- укусы, нанесенные животными и насекомыми;
- повреждения, полученные в результате взрывов, аварий и т.п.

Расследованию и учёту подлежат несчастные случаи происшедшие:

- при исполнении трудовых обязанностей, в том числе во время коман-дировки, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- на территории организации, в течение рабочего времени, в том числе во время следования на работу и с работы, а также в течение вре-мени, необходимого для приведения в порядок рабочего места;
- при следовании на работу или с работы на транспортном средстве работодателя, а также на личном транспортном средстве при использовании его в производственных целях;
- во время служебных поездок на общественном транспорте, а также

при следовании по заданию работодателя к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком;

- при следовании к месту служебной командировки и обратно;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха;
- во время междусменного отдыха при работе вахтовым методом;
- при привлечении к участию в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Работники организации обязаны незамедлительно извещать руководство о каждом происшедшем несчастном случае, об ухудшении состояния своего здоровья в связи с проявлениями признаков острого заболевания.

О каждом страховом случае работодатель в течение суток обязан сообщить страховщику (фонд социального страхования).

О групповом несчастном случае (пострадало два и более человек), тяжёлом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом, работодатель в течение суток обязан направить извещение соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;
- в территориальные объединения организаций профсоюзов;
- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации (объекте), подконтрольной этому органу;
- страховщику.

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;
- в территориальный орган государственного надзора, если несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;
- страховщику.

О групповых несчастных случаях, тяжелых несчастных случаях и несчастных случаях со смертельным исходом также информируется Федеральная инспекция труда Минтруда России.

Если указанные несчастные случаи, произошли в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, то соответствующим образом информируются специально уполномоченные органы государственного надзора.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек. Во всех случаях состав комиссии должен состоять из нечетного числа членов.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда организации, представители работодателя, представители профсоюзного органа (коллектива), уполномоченный (доверенный) по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом работодателя. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя - физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего,

специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо.

Несчастные случаи, происшедшие на территории организации с работниками сторонних организаций при исполнении ими задания направившего их работодателя, расследуются комиссией, формируемой этим работодателем.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками при выполнении работы по совместительству, расследуются комиссией, формируемой работодателем, у которого фактически производилась работа по совместительству.

Расследование несчастных случаев со студентами, проходящими произ-водственную практику (выполняющими работу под руководством работодателя), проводится комиссиями, формируемыми и возглавляемыми этим работодателем. В состав комиссии включаются представители образовательного учреждения.

Для расследования группового несчастного случая, тяжёлого несчастного случая и несчастного случая со смертельным исходом в комиссию дополнительно включаются:

- государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения профсоюзов. Возглавляет комиссию государственный инспектор труда;
- по требованию пострадавшего (или его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо;

- в случае острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, в состав комиссии включается также представитель территориального центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- при несчастном случае, происшедшем в организациях на объектах, подконтрольных территориальным органам Федерального горного и промышленного надзора России, состав комиссии утверждается руководителем соответствующего территориального органа и возглавляет комиссию представитель этого органа;
- при групповом несчастном случае с числом погибших 5 и более человек в состав комиссии включаются также представители Федеральной инспекции труда, федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности и общероссийского объединения профсоюзов. Председателем комиссии является главный государственный инспектор труда по субъекту Российской Федерации, а на объектах, подконтрольных территориальному органу Федерального горного и промышленного надзора России, - руководитель этого территориального органа.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством России.

Расследование несчастных случаев (в том числе групповых), в результате которых пострадавшие получили повреждения, отнесенные в соответствии с установленными квалифицирующими признаками к категории легких, проводится в течение трех дней.

Расследование иных несчастных случаев проводится в течение 15 дней. В некоторых случаях председатель комиссии может продлить срок расследования, но не более чем на 15 дней. Несчастные случаи, о которых не было своевременно сообщено работодателю или в результате которых нетрудоспособность наступила не сразу, расследуются по заявлению пострадавшего в течение месяца.

Тяжелые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным

исходом, происшедшие с лицами, выполнявшими работу на основе договора гражданско-правового характера, расследуются в установленном порядке государственными инспекторами труда на основании заявления пострадавшего (доверенного лица, членов его семьи).

В ходе расследования несчастного случая комиссия производит осмотр места происшествия, выявляет и опрашивает очевидцев несчастного случая и должностных лиц, знакомится с действующими в организации нормативными и распорядительными документами, по возможности получает объяснения от пострадавшего.

Расследуются в установленном порядке и по решению комиссии могут квалифицироваться как не связанные с производством:

- смерть вследствие общего заболевания или самоубийства;
- смерть или иное повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось алкогольное, наркотическое или иное токсическое опьянение (отравление) работника;
- несчастный случай, происшедший при совершении пострадавшим действий, квалифицированных правоохранительными органами как уголовное правонарушение.

При поступлении жалобы пострадавшего, выявлении сокрытого несчастного случая, установления нарушений порядка расследования и в некоторых иных случаях, государственный инспектор труда, независимо от срока давности несчастного случая, проводит дополнительное расследование.

Несчастные случаи, квалифицированные, как несчастные случаи на производстве, подлежат оформлению актом о несчастном случае на производстве по форме Н-1*.

Акт формы Н-1 составляется комиссией в двух экземплярах. При несчастном случае на производстве с застрахованным работником составляется дополнительный экземпляр акта формы Н-1.

При групповом несчастном случае на производстве акты формы Н-1 составляются на каждого пострадавшего отдельно.

В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного работника, содействовавшей возникновению или увеличению размера вреда, причиненного его здоровью, в акте расследования указывается степень его вины в процентах, с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа данной организации (не более 25%).

По результатам расследования каждого группового несчастного случая, тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исхо-дом составляется соответствующий акт в двух экземплярах.

Работодатель в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать пострадавшему один экземпляр утвержденного им и заверенного печатью акта формы Н-1. Вторые экземпляры акта с копиями материалов расследования хранятся в течение 45 лет работодателем.

При страховых случаях третий экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 работодатель направляет страховщику.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируются работодателем в журнале регистрации несчастных случаев на производстве и включаются в годовую форму федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве.

В случае ликвидации организации или прекращения работодателем - физическим лицом предпринимательской деятельности оригиналы актов о расследовании несчастных случаев на производстве подлежат передаче на хранение правопреемнику, а при его отсутствии - соответствующему государственному органу.

Государственный надзор и контроль за соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется органами Федеральной инспекции труда.

Контрольные вопросы к пункту 3

1. Какие несчастные случаи считаются связанными с производством и подлежат расследованию и учету?

2. На кого распространяется действие Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев?

3. Как должен действовать работодатель при возникновении несчастного случая на предприятии?

4. Что необходимо сделать сразу же после свершения несчастного случая на произ-водстве?

5. Куда должен сообщить работодатель и в какие сроки о групповом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом?

6. Кто несет ответственность за организацию и своевременное расследование и уче-та несчастных случаев?

7. Кто входит в комиссию по расследованию несчастных случаев, каковы ее обязанности?

8. В какие сроки должно быть проведено расследование несчастного случая?

9. Какие несчастные случаи квалифицируются как не связанные с производством?

10. Что делают при установлении грубой неосторожности пострадавшего?

11. В какие сроки и комиссией какого состава расследуются групповые несчастные случаи или со смертельным исходом?

12. Какие условия должен обеспечить работодатель для работы комиссии, проводя-щей расследование несчастного случая?

13. Каким документом оформляются несчастные случаи на производстве?

14. Какой организацией учитывается акт о несчастном случае?

15. В какие сроки и куда должны быть отправлены материалы расследования групповых несчастных случаев?

16. Какие организации и должностные лица разбирают разногласия при

оформлении актов по форме Н - 1 ?

17. Каковы полномочия государственного инспектора по охране труда в случае нарушения порядка расследования несчастного случая?

Форма Н-1

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его
доверенному лицу

УТВЕРЖДАЮ

_____
(подпись, фамилия, инициалы
работодателя
(его представителя))
"__" _____ 200_ г.

Печать

АКТ N ____
О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая _____
_____
(число, месяц, год и время происшествия
несчастного случая,
_____
количество полных часов от начала работы)
2. Организация (работодатель), работником которой является
(являлся) пострадавший _____
(наименование, место нахождения,
юридический адрес, ведомственная
и отраслевая
_____
принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности);
фамилия, инициалы работодателя -
_____
физического лица)
Наименование структурного подразделения _____
_____
3. Организация, направившая работника _____
_____
(наименование, место нахождения, юридический адрес,
отраслевая принадлежность)
4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:
_____
(фамилия, инициалы, должности и место работы)
_____
5. Сведения о пострадавшем:
фамилия, имя, отчество _____
пол (мужской, женский) _____
дата рождения _____
профессиональный статус _____
профессия (должность) _____
стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай
_____,
(число полных лет и месяцев)
в том числе в данной организации _____
(число полных лет и месяцев)
6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда
Вводный инструктаж _____
(число, месяц, год)
Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый,

---------- -------
(нужное подчеркнуть)
целевой)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год)
Стажировка: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г.
_____
(если не проводилась - указать)
Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с "__" _____ 200_ г. по "__" _____ 200_ г. _____
(если не проводилось - указать)
Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
(число, месяц, год, N протокола)
7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай
_____
(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных
_____
факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)
_____
Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю
_____
(наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель)
8. Обстоятельства несчастного случая
_____
(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий
_____
и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,
_____
установленные в ходе расследования)
_____
_____
_____
8.1. Вид происшествия _____
_____
8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья
_____
8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____
(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по
_____
результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)
8.4. Очевидцы несчастного случая _____
_____
(фамилия, инициалы, постоянное место жительства,

домашний телефон)
9. Причины несчастного случая _____
(указать основную
и сопутствующие причины
_____
несчастного случая со ссылками на нарушенные требования
законодательных и иных
_____
нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)
_____
_____
_____
_____
10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:
_____
(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием
требований законодательных,
_____
иных нормативных правовых и локальных нормативных актов,
предусматривающих их
_____
ответственность за нарушения, явившиеся причинами
несчастного случая, указанными в п. 9
_____
настоящего акта; при установлении факта грубой
неосторожности пострадавшего указать
_____
степень его вины в процентах)
_____
Организация (работодатель), работниками которой являются данные
лица
_____
(наименование, адрес)
11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Подписи лиц, проводивших
расследование несчастного случая _____
(фамилии, инициалы, дата)
_____

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.О.ОО2 - 8О. Термины и определения.
2. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях
3. И.М.Чижевский, Г.Б.Куликов, Ю.А.Сидорин. Охран труда в полиграфии. М., 1988.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Цель работы – ознакомиться со средствами защиты органов ды- хания и получить практические навыки их использования.

Теоретические положения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты человека от попадания внутрь организма, на кожные покровы и повседневную одежду радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС).

По принципу применения средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты повседневного применения (промышленные СИЗ);

– средства защиты эпизодического применения (СИЗ для аварийных работ и пострадавших в очагах ЧС).

По объектам защиты средства индивидуальной защиты делятся:

– на средства защиты органов дыхания;

– средства защиты кожи.

По принципу действия средства индивидуальной защиты делятся:

– на фильтрующие (принцип фильтрации состоит в том, что воздух, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма человека, очищается от вредных примесей при прохождении через средство защиты);

– изолирующие (средства защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей).

По способу подачи воздуха различают средства индивидуальной

защиты делятся:

– с принудительной подачей воздуха;

– самовсасывающие.

По кратности использования средства индивидуальной защиты

- на СИЗ многократного использования;

- СИЗ однократного использования.

По способу изготовления средства индивидуальной защиты делятся:

- на средства, изготовленные промышленностью;

- простейшие средства, изготовленные из подручных материалов. Кроме средств индивидуальной защиты существуют медицинские средства защиты [1].

Средства защиты органов дыхания.

Фильтрующий противогаз.

Фильтрующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от воздействия ОВ, РВ, БС, (АХОВ), а также различных вредных примесей, присутствующих в воздухе.

В настоящее время имеются фильтрующие гражданские противогазы различной модификации и промышленные противогазы.

Для защиты населения наибольшее распространение получили фильтрующие противогазы: для взрослого населения – ГП-5 (ГП-5М), ГП-7 (ГП-7В); для детей – ПДФ-Ш, ПДФ-Д, ПДФ-2Ш, ПДФ-2Д, КЗД.

Гражданский противогаз (ГП-5). В состав комплекта входят два основных элемента: фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5 и лицевая часть ШМ-62у. Шлем-маска имеет 5 ростов (0, 1, 2, 3, 4). Кроме того, противогаз комплектуется сумкой, наружными утеплительными манжетами (НМУ-1) и коробкой с незапотевающими пленками (рис. 9.1) [2]. У него нет соединительной трубки.

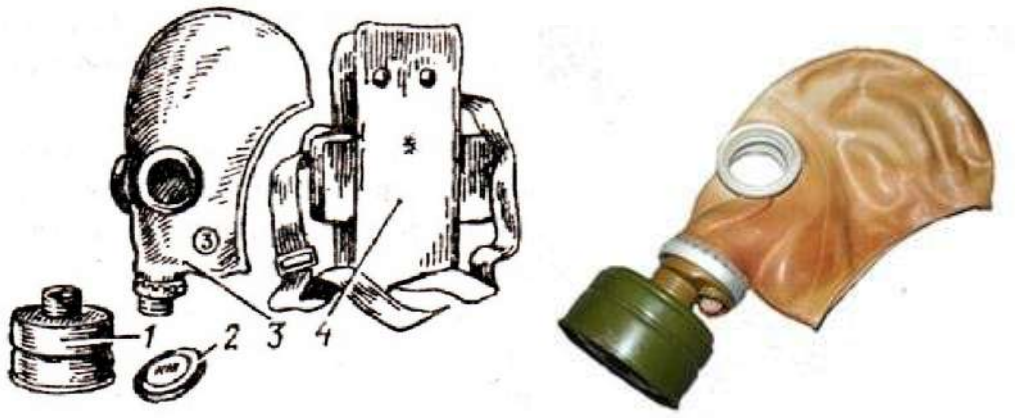


Рис. 7.1 Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-5):

1 – фильтрующе-поглощающая коробка ГП-5; 2 - коробка с незапотевающими пленками; 3 – лицевая часть ШМ-62у; 4 – сумка

Внутри фильтрующе-поглощающей коробки ГП-5 расположены противоаэрозольный фильтр и шихта. Лицевая часть ШМ-62у представляет собой шлем-маску, изготовленную на основе резины из натурального или синтетического каучука. В шлем-маску вмонтированы очковый узел и клапанная коробка. Клапанная коробка имеет один вдыхательный и два выдыхательных клапана и служит для распределения потоков воздуха. Незапотевающие пленки изготавливаются из целлюлозы и бывают односторонние (НП) и двусторонние (НПН). Они устанавливаются с внутренней стороны стекол противогаза желатиновым покрытием к глазам и фиксируются прижимными кольцами. Желатин равномерно впитывает конденсированную влагу, тем самым сохраняя прозрачность пленки.

Комплект из 6 пленок упакован в металлическую коробку. Утеплительные манжеты используются только зимой при температуре ниже – 10 ^{o}С. Манжета надевается на обойму очков с внешней стороны. Пространство между стеклами манжет и очков предохраняет очки шлем- маски от замерзания.

Гражданский противогаз (ГП-5М). В комплект противогаза входит шлем-маска (ШМ-66Му) с мембранной коробкой для переговорного устройства. В лицевой части сделаны сквозные вырезы для ушных раковин, что обеспечивает нормальную слышимость.

Подгонка противогаза начинается с определения требуемого роста лицевой части. Рост лицевой части типа ШМ-62у, ШМ-66Му определяется по величине вертикального обхвата головы путем ее измерения по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляют до 0,5 см. До 63 см берут нулевой рост, от 63,5 до 65,5 см – первый, от 66 до 68 см – второй, от 68,5 до 70,5 см – третий, от 71 см и более – четвертый.

Перед применением противогаз следует проверить на исправность и герметичность. Осматривая лицевую часть, следует определить ее целостность, обратив внимание на стекла очкового узла. После этого нуж- но проверить клапанную коробку, состояние клапанов. Они не должны быть покороблены, засорены или порваны. На фильтрующе-поглощающей коробке не должно быть вмятин, проколов, в горловине – повреждений. Обращается внимание на то, чтобы в коробке не пересыпались зерна поглотителя.

Наиболее совершенными в настоящее время являются противогазы ГП-7 и ГП-7В. Их основными отличиями являются: более совершенная конструкция и форма шлем-маски, обеспечивающая возможность безопасного приема воды, жидких лекарств, других жидкостей в зараженной зоне без снятия маски. Наличие в комплекте фильтрующе-поглощающих коробок обеспечивает защиту от конкретных видов твердых химических веществ (ТХВ), а также увеличенные сроки работоспособности. Ростовка лицевой части предусматривает три размера. Как и другие типы противогазов, они состоят из фильтрующе- поглощающей коробки и лицевой части.

Гражданский противогаз (ГП-7). В комплект противогаза входят фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к, лицевая часть в виде маски МГП, сумка, защитный трикотажный чехол, коробка с незапотевающими пленками, утеплительные манжеты. Его масса в комплекте без сумки – около 900 г (фильтрующе-поглощающая коробка – 250 г, лицевая часть – 600 г).

Фильтрующе-поглощающая коробка ГП-7к по конструкции аналогична коробке ГП-5, но с улучшенными характеристиками, уменьшено ее сопротивление, что облегчает дыхание. Лицевая часть МГП представляет собой маску объемного типа с «независимым» обтюратором, с наголовником (предназначен для закрепления лицевой части) в виде резиновой пластины с пятью лямками (лобная, две височные, две щечные), с очковым узлом, переговорным устройством (мембраной), узлами клапана вдоха и выдоха, прижимными кольцами для закрепления незапотевающих пленок (рис. 9.2) [2]. «Независимый» обтюратор представляет собой полосу тонкой резины и служит для создания надежной герметизации лицевой части на голове. При этом механическое воздействие лицевой части на голову очень незначительно. На каждой лямке с интервалом в 1 см нанесены упоры ступенчатого типа, которые предназначены для надежного закрепления их в пряжках. У каждого упора имеется цифра, указывающая его порядковый номер. Это позволяет точно фиксировать нужное положение лямок при подгонке маски. Нумерация цифр идет от свободного конца лямки к затылочной пластине. Гидрофобный трикотажный чехол надевается на фильтрующе-поглощающую коробку и предохраняет ее от заражения, снега, пыли и влаги.

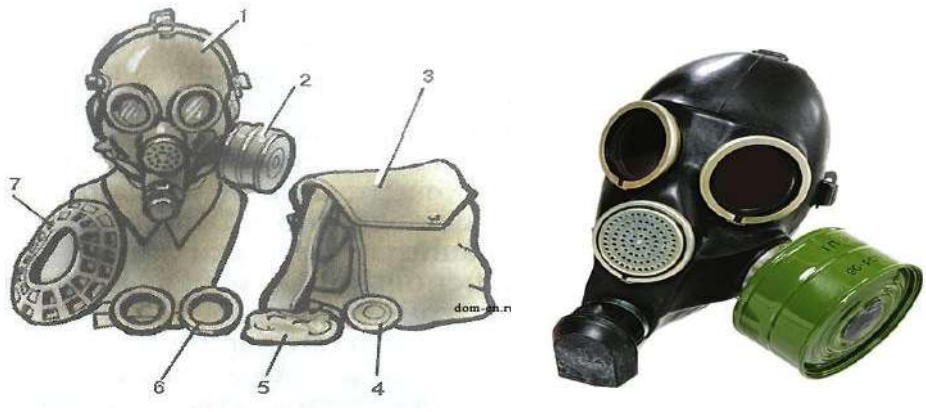


Рис. 7.2. Противогаз ГП-7:

1 – лицевая часть; *2* – фильтрующе-поглощающая коробка; *3* – сумка; *4* – коробка с незапотевающими пленками; *5* – трикотажный чехол; *6* – утеплительные манжеты

Гражданский фильтрующий противогаз (ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ) – это одна из самых последних и совершенных моделей противогазов для населения. В реальных условиях он обеспечивают высокую защиту от паров отравляющих веществ нервнопаралитического действия (типа зарин, зоман и др.), общеядовитого действия (хлорциан, синильная кислота и др.), радиоактивных веществ (радионуклидов йода и его органических соедине- ний (типа йодистый метил и др.)); от капель отравляющих веществ кожно- нарывного действия (иприт и др.), бактериальных, аварийных химически опасных веществ (АХОВ). ГП-7 имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой час- ти на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основа- нии результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы.

Правила определения размера противогаза.

Для определения размера противогаза нужно знать горизонталь- ный и вертикальный обхват головы. Горизонтальный обхват измеряется по замкнутой линии, которая проходит спереди по надбровным дугам, сбоку чуть выше (на 2–3 см) ушной раковины и сзади по наиболее выступающей части головы. А вертикальный обхват можно определить посредством из- мерения длины вертикальной линии, проходящей через подбородок, щеки и макушку. Полученные измерения следует округлить так, чтобы послед- няя цифра была 0 или 5. Затем нужно сложить оба результата и посмот- реть, какой размер противогаза вам нужен [3]:

- менее 1190 мм – первый размер;
- от 1195 до 1210 мм – второй размер;
- от 1215 до 1235 мм – третий размер;
- от 1240 до 1260 мм – четвертый размер;
- от 1265 до 1285 мм – пятый размер;

- от 1290 до 1310 мм – шестой размер.

Надевается противогаз после сигнала «Химическая тревога» по команде «Газы», либо по своей инициативе. Вынув противогаз из специальной сумки, следует взять шлем-маску за его нижнюю часть так, чтобы большие пальцы рук находились снаружи, а остальные были внутри. Далее нужно приложить нижнюю часть шлема-маски под подбородок и натянуть его на голову резким движением рук вверх.

Учитывая то, что операции, которые описаны выше, придется проводить вслепую, нужно достаточно долго тренироваться. Хотя все зависит от человека и степени его обучаемости. Хорошо попрактиковавшись, можно приблизиться к армейским нормативам на надевание противогаза – около 7–10 с. Наличие у противогаза переговорного устройства (мембра- ны) обеспечивает четкое понимание передаваемой речи, значительно облегчает пользование средствами связи (телефон, радио).

Гражданские противогазы ГП-7В, ГП-7ВМ, УЗС-ВК, КЗД-6, фильтр ДОТ, фильтр ВК, ДПГ-3 (рис. 7.3). ГП-7В отличается от ГП-7 тем, что в нем лицевая часть МГП-В имеет устройство для приема воды, пред- ставляющее собой резиновую трубку с мундштуком и ниппелем.

ГП-7ВМ отличается от ГП-7В тем, что маска М-80 имеет очковый узел в виде трапециевидных изогнутых стекол, обеспечивающих возможность работы с оптическими приборами.

Гражданский фильтрующий противогаз ГП-7 обеспечивает защиту органов дыхания, глаз и кожи лица человека от вредных веществ и приме- сей, находящихся в воздухе. Это проверенная временем и надежная модель противогаза для гражданского населения.






а *б* *в* *г*







д *е* *ж*

Рис. 7.3. Гражданские противогазы:

а – ГП-7(В, ВМ); *б* – УЗС-ВК; *в* – ПДФ-2; г – КЗД-6; *д* – фильтр ДОТ; *е* – фильтр ВК; *ж* – ДПГ-3;

Подбор лицевой части необходимого типоразмера ГП-7 осуществляется на основании результатов измерения мягкой сантиметровой лентой горизонтального и вертикального обхвата головы. Горизонтальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей спереди по надбровным дугам, сбоку на 2–3 см выше края ушной раковины и сзади через наиболее выступающую точку головы. Вертикальный обхват определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются с точностью до 5 мм. По сумме двух измерений устанавливают нужный типоразмер (табл. 7.0). [4].

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Таблица 7.0

Типоразмеры противогазов

Рост лицевой части		1		2		3		
Положение упоров лямок	ГП-7, ГП-7В	4-8-8	3-7-8	3-7-8	3-6-7	3-6-7	3-5-6	3-4-5
	ГП-7ВМ	4-8-6	3-7-6	3-7-6	3-6-5	3-6-5	3-5-4	3-4-3
Сумма горизонтального и вертикального обхвата головы		До 1185	1190–1210	121–1235	1240–1260	1265–1285	1290–1310	1310 и более

*Примечание. П*оложение лямок наголовника устанавливают при подгонке противогаза.

Противогаз УЗС-ВК – аварийно-спасательное средство многоразового действия, применяется для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, может использоваться во всех климатических зонах.

Противогаз ПДФ-2 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и лица детей (старше 1,5 года) от отравляющих веществ (ОВ), опасных биологических веществ (ОБВ), радиоактивной пыли (РП).

Камера защитная детская (КЗД-6) предназначена для защиты детей в возрасте до 1,5 года от отравляющих веществ, радиоактивной пыли и бактериальных средств. Детская защитная камера похожа на обычную сумку, поэтому переносить ребенка в ней очень удобно.

Дополнительный патрон (ДПГ-3) предназначен для использования в комплекте с ГП-7, ГП-7В и детскими противогазами, для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека от сильнодействующих ядовитых веществ: аммиака, диметиламина, нитробензола.

Фильтр ДОТ соответствует новым ГОСТам, гармонизированным с европейскими стандартами EN141, EN143. Он значительно эффективнее по сравнению с противогазовыми коробками, выпускаемыми по старым ГОСТа, за счет уникальных поглотителей от отравляющих веществ, опас- ных биологических веществ, радиоактивной пыли, сильнодействующих ядовитых веществ.

Фильтр ВК предназначен для очистки вдыхаемого воздуха от органических газов и паров с температурой кипения выше 65 ^{o}С (циклогек- сан, бензол, ксилол, толуол, бензин, керосин, галоидоорганические соеди- нения (хлорпикрин, хлорацетофенон и т. п.), нитросоединения бензола).

Промышленные противогазы. Существует несколько марок промышленных фильтрующих противогазов, которые являются индивидуальным средством защиты органов дыхания и зрения рабочих различных отраслей промышленности, сельского хозяйства от воздействия

вредных веществ (газы, пары, пыль, дым и туман), присутствующих в воздухе.

Запрещается применять промышленные противогазы при недостатке кислорода в воздухе (менее 18 %), например при работах в емкостях, цистернах, колодцах и других изолированных помещениях.

Не допускается применение промышленных противогазов для защиты от низкокипящих жидкостей, плохо сорбирующихся органических веществ, например метана, этилена, ацетилена. Не рекомендуется работать в таких противогазах, если состав газов и паров вредных веществ неизвестен (Рис. 7.4).



ППФМ-92 ПФМГ-96 ПФСГ-98 ППФ-95

Рис. 7.4. Промышленные противогазы

Противогазы ППФМ-92, ПФМГ-96, ПФСГ-98 предназначены для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от вредных газо- и парооб- разных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе рабочей зоны. ППФ-95 предназначены для защиты органов дыхания, зрения и лица рабо- чих различных отраслей промышленности и сельского хозяйства от воз- действия вредных газов, паров, пыли, дыма и тумана, присутствующих в воздухе. Фильтрующие противогазы надежны в атмосфере, содержащей не менее 18 % кислорода.

Промышленный противогаз состоит из снаряженной коробки, лицевой части (шлем-маски) с соединительной трубкой и сумки. Фильтрующая коробка служит для очистки воздуха, вдыхаемого человеком, от ядовитых веществ и вредных примесей. В зависимости от состава этих примесей она может содержать один или несколько специальных поглотителей или сочетание поглотителя с аэрозольным фильтром. При этом коробки строго специализированы по составу поглотителей, а поэтому отличаются друг от

друга окраской и маркировкой. Шлем-маски промышленных противогазов изготавливаются пяти ростов – 0, 1, 2, 3, 4. Чтобы подобрать шлем-маску, надо мягкой сантиметровой линейкой произвести два измерения головы. Вначале определить длину круговой линии, проходящей по подбородку, щекам и через высшую точку головы (макушку). Затем измерить длину полуокружности, проходящей от отверстия одного уха к отверстию другого по лбу через надбровные дуги. Результаты двух обмеров суммируют и находят требуемый рост шлем-маски.

При сумме до 93 см размер нулевой, от 93 до 95 см – первый, от 95 до 99 см – второй, от 99 до 103 см – третий, от 103 и выше – четвертый [4].

Противогазы комплектуют коробками двух размеров (большая и малая) и трех типов: без аэрозольного фильтра, с аэрозольным фильтром (на коробке белая вертикальная полоса), без аэрозольного фильтра с уменьшенным сопротивлением дыханию (имеет индекс 8 в маркировке). В зависимости от вида вредного вещества выпускают коробки следующих марок: А, В, Г, Е, КД, СО, М (табл. 9.2) [5].

Коробки марок А, В, Г, Е, КД изготавливаются как с аэрозольными фильтрами, так и без них; коробка БКФ – только с аэрозольными фильтрами; коробки СО и М – без аэрозольных фильтров. Белая вертикальная полоса на коробке означает, что она оснащена аэрозольным фильтром.

Таблица 7.1

Характеристика промышленных противогазов

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
А	Коричневая	Пары органических соединений (бензин, керосин, ацетон, бензол, толуол, ксилол, сероуглерод, спирты, эфиры, галоидоорганические соединения, нитросоединения бензола и его гомологи, тетроэтилсвинец, фосфор- и хлорорганические ядохимикаты)

Продолжение табл. 7.1

Марка противогаза	Маркировка и окраска	Соединения, от которых защищают ПП
В	Желтая	Кислые газы и пары (диоксида серы, гидрид серы, хлор, циан гидрида, окислы азота, хлориды водорода, фосген), фосфор- и хлорорганические ядохимикаты
Г	Черно-желтая	Пары ртути и ртутьорганическе ядохимикаты на основе этилмеркурхлорида
Е	Черная	Гидрид мышьяка и гидрид фосфора
К	Зеленая	Аммиак, а также пыль, дым, туман
КД	Серая, с бе- лой поло- сой	Аммиак и сероводород
БКФ	Защитная, с белой полосой	Кислые газы и пары, пары органических веществ, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пыль, дым, туман
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Оксид углерода в присутствии паров органических ве- ществ, кислые газы, аммиак, гидрид мышьяка, гидрид фосфора, пары органических соединений (бензин, керо- син, ацетон, бензол, ксилол, сероуглерод, толуол, спирты, эфиры, анилин, соединения бензола и его гомологи)
П-2У	Красная с белой поло- сой	Пары карбонилов никеля и железа, оксид углерода и со-путствующие аэрозоли
Б	Синяя	Бороводороды: диборан, пентаборан, этилентаборан, ди-этилдекаборан и их аэрозоли
УМ	Защитная	Пары и аэрозоли гептила, амил, самин, нитромеланж, амидол
ГФ	Голубая	Газообразный гексафторид урана, фтор, фтористый водо- род, радиоактивные аэрозоли

Пользование противогазом. Подобрав шлем-маску, ее обязательно

примеряют. Новую лицевую часть предварительно необходимо протереть снаружи и внутри чистой тряпочкой или тампоном ваты, смоченным в воде, а клапаны выдоха продуть. Шлем-маску, бывшую в употреблении, следует отсоединить от коробки, протереть двухпроцентным раствором формалина или промыть водой с мылом и просушить.

При сборке противогаза шлем-маску берут в левую руку за клапанную коробку, а правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе- поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

При переводе противогаза в «боевое» положение необходимо:

– снять головной убор и зажать его между коленями или положить рядом;

– убрать волосы со лба и висков, женщинам следует гладко

– зачесать волосы назад, заколки и украшения снять (их попадание под обтюратор приведет к нарушению герметичности);

– вынуть шлем-маску из сумки, взять ее обеими руками за утолщенные края у нижней части так, чтобы большие пальцы рук были с наружной стороны, а остальные – внутри. Подвести шлем-маску к подбородку и резким движением рук вверх и назад натянуть ее на голову так, чтобы не было складок, а очки пришлись против глаз (ГП-5, ГП-5М);

– для правильного надевания ГП-7 надо взять лицевую часть обеими руками за щечные лямки так, чтобы большие пальцы захватывали их изнутри. Задержать дыхание, закрыть глаза. Затем зафиксировать подбородок в нижнем углублении обтюратора и движением рук вверх и назад натянуть наголовник на голову и подтянуть до упора щечные лямки;

– сделать полный выдох (для удаления зараженного воздуха из-под шлем-маски, если он туда попал в момент надевания), открыть глаза и возобновить дыхание;

– надеть головной убор, застегнуть сумку и закрепить ее на туловище.

Дополнительные патроны

В результате развития химической и нефтехимической промышленности

в производстве увеличено применение химических веществ. Многие из них по своим свойствам вредны для здоровья людей. Их называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

С целью расширения возможностей гражданских противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1 и ДПГ-3).

ДПГ-1 в комплекте с противогазом защищает от двуокиси азота, метила хлористого, окиси углерода и окиси этилена. ДПГ-3 в комплекте с противогазом защищает от аммиака, хлора, диметиламина, нитробензола, сероводорода, сероуглерода, синильной кислоты, тетраэтилсвинца, фенола, фурфурола, хлористого водорода.

Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПГ-3 только один слой поглотителя. Чтобы защитить шихту от увлажнения при хранении, горловины должны быть постоянно закрытыми: наружная – с навинченным колпачком с прокладкой, внутренняя – с ввернутой заглушкой [6].

Изолирующие противогазы. Изолирующие противогазы (ИП) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз и кожи лица от любых вредных примесей, находящихся в воздухе независимо от их свойств и концентраций. Они используются также в тех случаях, когда невозможно применение фильтрующих противогазов, например при наличии в воздухе очень высоких концентраций отравляющих веществ или любой вредной примеси, кислорода менее 16 %, а также при работе под водой на небольшой глубине. Виды противогазов представлены на Рис. 7.5.



ИП-4М ИП-6 ПДА-3М

Рис. 9.5. Изолирующие противогазы

Изолирующие противогазы используют в случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают должной степени защиты, или когда в воздухе недостаточно кислорода. Источником кислорода в таком противогазе служит патрон, снаряженный специальным веществом. Для нужд населения выпускают ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-6, ИП-7, ПДА- 3М.

Действие изолирующих противогазов основано на использовании химически связанного кислорода. Они имеют замкнутую маятниковую схему дыхания: выдыхаемый воздух попадает в регенеративный патрон, вещество которое содержится в нем поглощает углекислый газ и влагу, а взамен выделяет необходимый для дыхания кислород. Затем дыхательная смесь попадает в дыхательный мешок. При вдохе газовая смесь из дыхательного мешка снова проходит через регенеративный патрон, дополнительно очищается и поступает для дыхания. Материалы, из которых изготовлены противогазы, не оказывают отрицательного воздействия на организм. Применение незапотевающих пленок, а при отрицательных температурах и утеплительных манжет сохраняет прозрачность стекол в течение всего времени работы в противогазе при любой физической нагрузке. Грантируется высокая эксплуатационная безопасность.

ИП-4М, ИП-4МК используют при авариях, стихийных бедствиях. ИП-5, ИП-6 предназначены для защиты органов дыхания, кожи лица и глаз человека в непригодной для дыхания атмосфере независимо от состава и концентрации вредных веществ в воздухе, а также при недостатке или отсутствии кислорода. Портативный дыхательный аппарат (ПДА-3М) предназначен для экстренной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица человека в непригодной для дыхания атмосфере при эвакуации из опасной зоны, выполнении аварийных работ, а также в ожидании помощи [5].

По принципу действия изолирующие противогазы делятся на две группы: ИП-5); КИП-8).

- противогазы на основе химически связанного кислорода (ИП-4,

- противогазы на основе сжатого кислорода или воздуха (КИП-7, Исходя из принципа защитного действия, основанного на полной изоляции органов дыхания от окружающей среды, время пребывания в изолирующем противогазе зависит не от физико-химических свойств ОВ,РВ, БС и их концентраций, а от запаса кислорода и характера выполняемой работы.

Противогазы шланговые изолирующие презназначены для защиты органов дыхания, глаз и кожи человека от любых вредных примесей в воздухе независимо от их концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны. Комплектуются возду- ходводящим шлангом длиной 10 или 20 м на барабане или в сумке.

Респираторы.

Респираторы представляют собой облегченное средство защиты органов дыхания от вредных газов, паров, аэрозолей и пыли (рис. 7.6).

Респираторы делятся на два типа. Первый – это респираторы, у которых полумаска и фильтрующий элемент одновременно служат и лицевой частью. Второй – это респираторы, которые очищают вдыхаемый воздух в фильтрующих патронах, присоединяемых к полумаске.



Рис. 7.6. Респираторы:

а – «Кама»; б – «Снежок»; в – У-2к; г – РП-КМ; д – Ф-62Ш; е – «Ас- тра 2»; ж – РПГ-67; з – РУ-6 Ом

Респираторы по назначению делят на следующие виды [5]:

противоаэрозольные – для защиты органов дыхания от пыли, дыма, тумана, содержащих токсичные, бактериальные и другие опасные элементы, за счет пропускания вдыхаемого воздуха через фильтр из специального материала (респираторы «Лепесток», «Кама», «Снежок-П», У-2к, «Астра-2», Ф-62ш, РПА-1 и др.). Для фильтров в таких респираторах ис- пользуют материалы типа ФП (фильтр Петрянова), обладающие высокой эластичностью, механической прочностью, большой пылеемкостью, стой- костью к химическим агрессивным веществам и прекрасными фильтрую- щими свойствами;

противогазовые – для защиты от паров и газов за счет фильтрования вдыхаемого воздуха через фильтрпатроны различных марок, различающихся составом адсорбирующего материала. При этом фильтр-патрон каждой марки защищает от газов только определенного вида (РПГ-67);

универсальные – одновременно защищают от аэрозолей и отдель- ных видов газов и паров. Респираторы имеют противоаэрозольный фильтр и сменные противогазовые патроны разных марок (РУ-60м) или противо- газовые фильтры из ионообменного волокнистого материала («Снежок- ГП», «Лепесток-Г»).

По конструктивному оформлению различают респираторы двух типов:

фильтрующие маски – их фильтрующий элемент одновременно служит лицевой частью;

патронные – самостоятельно выполненные лицевая часть и фильтрующий элемент.

По характеру вентилирования подмасочного пространства респи- раторы делят на бесклапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух прохо- дит через фильтрующий элемент) и клапанные (вдыхаемый и выдыхаемый воздух движется по различным каналам благодаря системе клапанов вдоха и выдоха).

В зависимости от срока службы различают респираторы одноразо- вого (типа «Лепесток», «Кама», У-2к и т. п.) и многоразового пользования, в которых предусмотрена возможность замены фильтров или их много- кратная регенерация (Ф-62ш, «Астра-2», РУ-60м и др.).

Респираторы ШБ-1, «Лепесток-5», «Лепесток-40» и «Лепесток-200» одинаковы и представляют собой сплошную легкую полумаску- фильтр из материала ФПП (фильтрующее полотно Петрянова). В нерабо- чем состоянии респиратор имеет вид круга. Каркасность его в рабочем со- стоянии обеспечивают пластмассовая распорка и алюминиевая пластина. Плотное прилегание респиратора к лицу достигается при помощи резино- вого шнура, вшитого в периметр круга, а также благодаря электростатиче- скому заряду материала ФПП, который образует полосу обтюрации. На го- лове респиратор крепят четырьмя шнурами.

Противоаэрозольные респираторы. В качестве фильтров в респираторах используют тонковолокнистые фильтровальные материалы. Наибольшее распространение получили полимерные фильтровальные материалы типа ФП (фильтр Петрянова) благодаря их хорошей эластичности, большой пылеемкости, а главное, высоким фильтрующим свойствам. Важной отличительной особенностью материалов ФП, изготовленных из перхлорвинила и других полимеров, обладающих изоляционными свойствами, является то, что они несут электростатические заряды, которые резко повышают эффективность улавливания аэрозолей и пыли.

Респиратор противопылевый У-2К (в гражданской обороне Р-2) обеспечивает защиту органов дыхания от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, радиоактивной и другой пыли, от некоторых бактериальных средств, дустов и порошкообразных удобрений, не выделяющих токсичные газы и пары. Использовать респиратор целесообразно при кратковременных работах небольшой интенсивности и запыленности воздуха. Не рекомендуется применять, когда в атмосфере сильная влага.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, наружный фильтр которой изготовлен из полиуретанового поропласта зеленого цвета, а внутренняя его часть – из тонкой воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки, в которую вмонтированы два клапана вдоха (рис. 9.7). Клапан выдоха размещен в передней части полумаски и защищен экраном. Между поропластом и полиэтиленовой пленкой расположен второй фильтрующий слой из материала ФП. Для плотного прилегания респиратора к лицу в области переносицы имеется носовой зажим – фигурная алюминиевая пластина. Респиратор крепится при помощи регулируемого оголовья.



Рис. 7.7. Респираторы У-2К (Р-2)

Респираторы У-2К изготавливаются трех ростов, которые обозначаются на внутренней подбородочной части полумаски. Определение роста производится путем измерения высоты лица человека, т. е. расстояния между точкой наибольшего углубления переносицы и самой нижней точкой подбородка. При величине измерения от 99 до 109 мм берут первый рост, от 109 до 119 мм – второй, от 119 и выше – третий.

Принцип действия респиратора основан на том, что при вдохе воздух последовательно проходит через фильтрующий полиуретановый слой маски, где очищается от грубодисперсной пыли, а затем через фильтрующий полимерный материал (ФП), в котором происходит очистка воздуха от тонкодисперсной пыли. После очистки вдыхаемый воздух через клапаны вдоха попадает в подмасочное пространство и в органы дыхания.

При выдохе воздух из подмасочного пространства выходит через клапан выдоха наружу.

Чтобы подогнать респиратор У-2К (Р-2), нужно:

- вынуть его из полиэтиленового мешочка и проверить его исправность, надеть полумаску на лицо так, чтобы подбородок и нос разместились внутри нее, одна нерастягивающаяся тесьма оголовья располагалась бы на теменной части головы, а другая – на затылочной;
- с помощью пряжек, имеющихся на тесемках, отрегулировать их длину (для чего следует снять полумаску) таким образом, чтобы надетая полумаска плотно прилегала к лицу;
- на подогнанной надетой полумаске прижать концы носового зажима к носу.

Для проверки плотности прилегания респиратора к лицу необходимо плотно закрыть отверстия предохранительного экрана клапана выдоха ладо- нью и сделать легкий выдох. Если при этом по линии прилегания полумаски к лицу воздух не выходит, а лишь несколько раздувает респиратор, значит, он надет герметично. Если воздух проходит в области носа, то надо плотнее прижать концы носового зажима.

После снятия респиратора необходимо удалить пыль с наружной части полумаски с помощью щетки или вытряхиванием. Внутреннюю поверхность необходимо протереть и просушить, после чего респиратор необходимо вложить в полиэтиленовый пакет, который закрывается кольцом. Противоаэрозольный респиратор Ф-62Ш (однопатронный) – это средство индивидуальной защиты органов дыхания человека от различных видов промышленных пылей, он не защищает от газов, паров вредных ве- ществ, аэрозолей органических соединений. Предназначен для защиты от силикатной, металлургической, горнорудной, угольной, табачной пыли, пыли порошкообразных удобрений и интоксицидов, а также других видов пыли, не выделяющих токсичных газов. Широко применяется шахтерами. Респиратор противоаэрозольный ФА-2002

предназначен для защиты лица, глаз, органов дыхания от аэрозолей различной природы (пыль, дым, туман) при их суммарной концентрации не более 15 ПДК и при концентрации кислорода не менее 17 % (Рис. 7.8).



Ф-62Ш



ФА-2002

Рис. 7.8. Респираторы противоаэрозольные Ф-62Ш и ФА-2002

Универсальные респираторы

Газопылезащитные респираторы занимают как бы промежуточное положение между респираторами противопылевыми и противогазами. Они легче, проще и удобнее в использовании, чем противогаз. Однако защищают только органы дыхания при концентрации вредных веществ не более 10–15 ПДК. Глаза, лицо остаются открытыми. Вместе с тем такие респираторы во многих случаях довольно надежно предохраняют человека в газовой и пылегазовой среде.

Респиратор газопылезащитный РУ-60М (рис. 7.9) защищает органы дыхания от воздействия вредных веществ, присутствующих в воздухе одновременно в виде паров, газов и аэрозолей (пыли, дыма, тумана).



Рис. 7.9. Респиратор газопылезащитный (РУ-60М)

Запрещается применять эти респираторы для защиты от высокотоксичных веществ типа синильной кислоты, мышьяковистого, фосфористого, цианистого водорода, тетраэтилсвинца, низкомолекулярных углеводородов (метан, этан), а также от веществ, которые в парогазообразном состоянии могут проникнуть в организм через неповрежденную

кожу. Респиратор РУ-60М состоит из резиновой полумаски, обтюратора, поглощающих патронов (марки А, В, КД, Г), пластмассовых манжет с клапанами вдоха, клапана выдоха с предохранительным экраном и оголовья. С этими респираторами разрешается работать в средах, где концентрация пыли не более 100 мг/м^3.

Противогазовые респираторы. Респиратор противогазовый (РПГ-

67) – это средство индивидуальной защиты, применяется на предприятиях химической, металлургической и в других отраслях производства при концентрациях вредных веществ, не превышаю-

щих 10–15 ПДК.

Газодымозащитный комплект. Статистика показывает, что пожары с большим количеством человеческих жертв чаще всего встречаются в гостиницах, театрах, универсамах, ресторанах, вечерних клубах, учебных заведениях, на предприятиях, использующих легковоспламеняю- щиеся материалы.

Помещения быстро заполняются окисью углерода и другими токсическими газами. Люди гибнут от отравлений. Чтобы защитить органы дыхания и глаза от ядовитых газов, а голову человека от огня при выходе из горящего помещения, создан специальный газодымозащитный комплект (Рис. 9.10).



Рис. 9.10 Газодымозащитный комплект

Газодымозащитный комплект (ГДЗК) состоит из огнестойкого капюшона с прозрачной смотровой пленкой. В нижней части расположена эластичная манжета.

Внутри капюшона находится резиновая полумаска, в которой закреплен фильтрующе-сорбирующий патрон с клапаном вдоха. ГДЗК имеет регулируемое оголовье. При надевании следует широко растянуть эластичную манжету и накинуть капюшон на голову так, чтобы

манжета плотно облегала шею, при этом длинные волосы заправляются под капюшон. Очки можно не снимать. ГДЗК обеспечивает защиту от окиси углерода и цианистого водорода не менее 15 мин. Сопротивление при вдохе при 30 л/мин – не более 149 Па (15 мм вод. ст). Масса 800 г. Комплект хранится в картонной коробке в пакете из трехслойной полиэтиленовой пленки.

Капюшон «Феникс» предназначен для самостоятельной эвакуации из мест возможного отравления химически опасными и вредными вещест- вами. Защищает от продуктов горения, аэрозолей, паров и газов, опасных химических веществ, образующихся при аварийных ситуациях (Рис. 9.11).

Самоспасатели СИП-1, СПИ-20, СПФ, «Экстремал ПРО» (Рис. 9.11) предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия непригодной для дыхания, токсичной и задымленной газовой среды. Применяются при экстренной эвакуации людей в случае террористических актов, а также с мест пожара в общественных зданиях, на транспорте, из жилых домов и т. п.



а *б* *в* *г*

Рис. 9.11. Самоспасатели:

а – СИП-1; б – СПИ-20; в – СПФ; г – капюшон «Феникс»; д – «Экстремал ПРО».

Самоспасатель противопожарный СИП-1 предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений (гостиниц, высотных зданий, вагонов) во время пожара или при других аварийных ситуациях, от любых вредных веществ независимо от их концентрации и при недостатке кислорода в воздухе.

Порядок выполнения работы

1. Записать название и цель работы.
2. Законспектировать виды и назначение противогазов в виде табл. 7.3.

Таблица 7.3

Виды и назначение противогазов

Наименование и марка	Назначение, вид веществ, от которых защищает	Комплектация	Примечание*
Фильтрующие противогазы			
Гражданские			
ГП-5			
…			

… т. д.			

*В примечании указать, для каких возрастных групп предназначен, особенности мар- ки и т. п.

3. Указать правила пользования противогазами.

4. Измерить при помощи гибкого сантиметра лицевую часть головы и подобрать для себя размер противогаза ГП-5 (ГП-7) по росту.

5. Измерить при помощи гибкого сантиметра высоту своего лица и подобрать размер респиратора У-2К.

6. Показать отчет преподавателю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.

2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учеб. пособие для вузов / В. А. Акимов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2008. – 592 с.

3. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрез- вычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов / Я. Д. Вишняков [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 304 с.

4. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие для вузов. – М. : Академический проект : Трикста, 2005. – 480 с.

5. Вознесенский В. В. Средства защиты органов дыхания и кожи. Противога- зы, респираторы и защитная одежда, основы их эксплуатации : учеб. пособие. – М. : Воен. знания, 2010. – 80 с.

6. Семенов С. Н., Лысенко В. П. Проведение занятий по гражданской обороне : метод. пособие. – М. : Высш. шк., 1990. – 96 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Наименование работы: Действия населения при ЧС военного характера.

Цель: изучить действия населения при ЧС военного характера при угрозе применения радиационного, химического или биологического оружия, определить применяемые средства индивидуальной защиты, обосновать выбор защитных сооружений.

Время: 4 часа

Материально-техническое обеспечение: инструкционная карта, ручка, противогаз, респиратор, ватно-марлевая повязка

Методика выполнения

Задание:

1. Изучить индивидуальные средства защиты населения.

2. Изучить виды укрытий и правила поведения в убежищах и укрытиях.

3. Изучить применение СИЗ при угрозе применения химического и биологического оружия.

4. Отчет о работе оформить в виде плана-конспекта.

5. Заполнить таблицу.

№	ЧС	Опасность	Поражающие факторы	Основные средства защиты

Ядерное оружие – самое страшное оружие современности. Поражение людей при его применении зависит от того, где они находились в момент ядерного взрыва. Наиболее эффективным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного оружия являются убежища (укрытия). Находясь в убежищах (укрытиях), необходимо постоянно держать в готовности к немедленному использованию средства индивидуальной защиты. Средства

индивидуальной защиты подразделяют на средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). К средствам защиты органов дыхания человека относятся противогазы (фильтрующие (рис.8.1.) и изолирующие (рис.2.)) и респираторы (рис.3.), а также простейшие средства защиты – противопыльные тканевые маски (ПТМ-1) (рис.4.) и ватно-марлевые повязки (рис.5.), изготовляемые обычно силами самого населения.

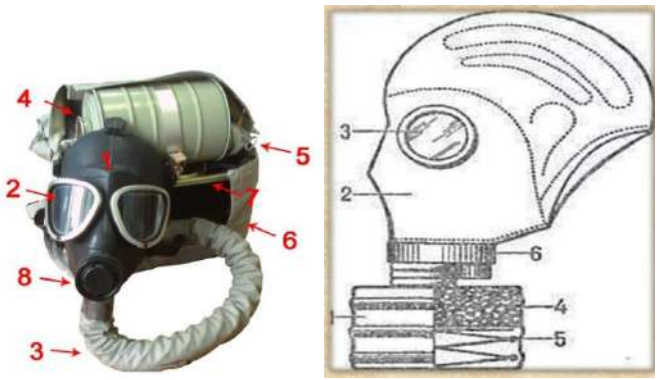


Рис. 8.1 Фильтрующий противогаз

1-фильтрующе-поглощающая коробка; 2-лицевая часть противогаза; 3-очковой узел; 4-шихга (обеспечивает поглощение паров и газов, и токсичных в-в); 5-ПАФ (противоаэрозольный фильтр); 6-клапанная коробка.



Рис.8.2. Изолирующий противогаз

1-лицевая часть, 2-очковый узел, 3-соеденительная трубка, 4-регенераторный патрон, 5-пусковое устройство патрона, 6-дыхательный мешок, 7-каркас, 8-устройство для переговоров.

Порядок надевания противогаза:

1. По команде «Газы!» задержите дыхание, не вдыхая воздух.

2. Закрыть глаза.

3. Достать противогаз из противогазной сумки, левой рукой доставая противогаз, а правой держа сумку снизу.

4. Вынуть пробку-заглушку из противогазной коробки.

5. Перед надеванием противогаза расположить большие пальцы рук снаружи, а остальные внутри.

6. Приложить нижнюю часть шлем-маски на подбородок.

7. Резко натянуть противогаз на голову снизу-вверх.

8. Выдохнуть.

9. Необходимо, чтобы после не образовалось складок, очковый узел должен быть расположен на уровне глаз.

10. Перевести сумку на бок.

Снятие:

1. По команде «Отбой!» брать за фильтровальную коробку и, потянув сверху-вниз, снять его.

2. Убрать противогаз в противогазную сумку.

3. Застегнуть пуговицы.

Таблица 8.0

Подбор размера противогаза

Обхват головы	Размер противогаза
До 63	0
63,5-65,5	1
66-68	2
68,5-70,5	3
71 и более	4

В качестве защиты органов дыхания от радиоактивной пыли и различных вредных аэрозолей могут быть использованы респираторы. Они просты в применении, малогабаритны и рассчитаны на массовое применение. Широко используются при выполнении работ, связанных с пылеобразованием.

Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя клапанами вдоха, клапаном выхода (с предохранительным экраном),

оголовьем, состоящим из эластичных растягивающихся (и не растягивающихся) тесемок, и носовым зажимом. Работать в нем можно до 12 ч

Респираторы Р-2 изготовляются трех ростов -1,2 и 3-го, которые обозначаются внутренней подбородочной части полумаски.

Простейшими средствами защиты органов дыхания человека от радиоактивной пыли и биологических средств (при действиях во вторичном облаке) являются противопыльная тканевая маска ПТМ-1 (рис.8.3).

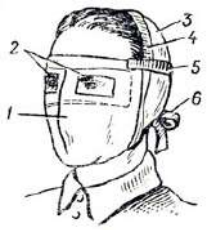


Рис.8.3. Противопыльная тканевая маска

1-корпус маски, 2-смотровые отверстия, 3-крепления, 4-резиновая тесьма, 5-поперечная резинка, 6-завязки.

И ватно-марлевая повязка (рис.8.4.) От ОВ (отравляющих веществ) они не защищают. Их изготавливает преимущественно само население. Маска состоит из корпуса и крепления. Корпус шьется из двух одинаковых по форме тканевых фильтрующих половинок, собранных на 4-5 слоев. На нем имеются смотровые отверстия со вставленными стеклами. Крепится маска на голове при помощи вставленной резинки и двух завязок.

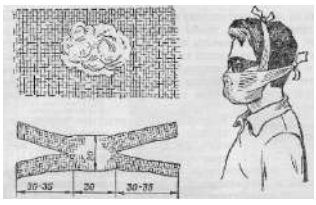


Рис.8.4. Ватно-марлевая повязка

Ватно-марлевая повязка изготовляется из куска марли размером 100 х50 см и ваты. На марлю накладывают слой ваты толщиной 2-3 см, длинной 30 см, шириной 20 см. Марлю с обеих сторон загибают и накладывают на вату. Концы марли разрезают на 30-35 см с каждой стороны, чтобы образовались две пары завязок. Марлевые повязки делают из 10-12 слоев марли. Они шьются также в

виде маски, закрывающей лицо или только подбородок, нос и рот. Для защиты глаз используются противопыльные очки.

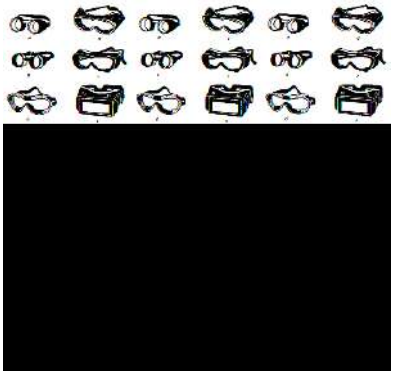


Рис.8.5.Защитные очки

К средствам индивидуальной защиты глаз (СИЗГ), в первую очередь, относятся защитные очки, предохраняющие от пыли, твердых частиц, химически неагрессивных жидкостей и газов, от слепящего яркого света, ультрафиолетового, инфракрасного излучения и от сочетания излучений указанных видов с воздействия летящих твердых частиц, а так же очкизащищающие от лазерного излучения и других опасных факторов.

К **средствам индивидуальной защиты кожи (СИЗК)** относят защитную одежду фильтрующего и изолирующего типа. К изолирующим средствам защиты кожи относятся общевойсковой комплексный защитный костюм (ОКЗК), общевойсковой защитный комплекс (ОЗК) (рис.8.6.), легкий защитный костюм (Л-1) , защитный комбинезон или костюм.

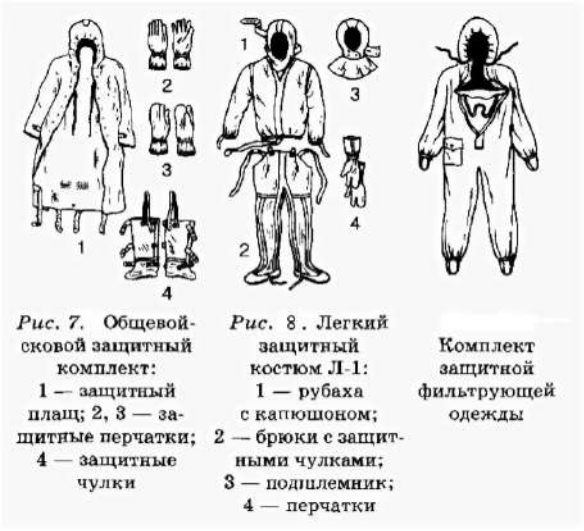


Рис. 7. Общевойсковой защитный комплект: 1 — защитный плащ; 2, 3 — защитные перчатки; 4 — защитные чулки

Рис. 8. Легкий защитный костюм Л-1: 1 — рубаха с капюшоном; 2 — брюки с защитными чулками; 3 — подшлемник; 4 — перчатки

Комплект защитной фильтрующей одежды

Рис. 8.6 Защитный костюм

Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК) предназначен для комплексной защиты от светового излучения и радиоактивной пыли, паров и аэрозолей ОВ и биологических аэрозолей. Он состоит из пропитанных специальным составом куртки, брюк, защитного белья, головного убора, подшлемника.

Простейшие средства защиты кожи применяются при отсутствии табельных средств. Может быть использована прежде всего производственная одежда (спецовка) – куртка и брюки, комбинезоны, халаты с капюшоном, сшитые из брезента, огнезащитной или прорезиненной ткани, грубого сукна. Они способны не только защищать от попадания на кожу людей радиоактивных веществ и биологических средств, но и не пропускать в течение некоторого времени капельножидких отравляющих веществ.

Обычная одежда, обработанная специальной пропиткой, может защищать и от паров отравляющих веществ. В качестве пропитки используют моющие средства или мыльно-масляную эмульсию. Основные представители неионогенных моющих средств – ОП-7 и ОП-10 (ОП-7иОП-10 - вспомогательные вещества, представляющие собой продукты обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью этилена. Вспомогательные вещества ОП-7 и ОП-10 относятся к неионогенным поверхностно-активным веществам. Применяются в качестве смачивающих, эмульсирующих, стабилизирующих поверхностно-активных веществ. Хорошо растворимы в воде). Синтетические моющие средства в чистом виде используются редко и служат исходным материалом для приготовления моющих средств, которые состоят из моющего вещества, активных добавок (соли фосфорной кислоты, сульфат натрия, метасиликат натрия и др.) и веществ, предохраняющих кожу (карбоксиметилцеллюлоза, дермоланы – высокомолекулярные циклические соединения, содержащие группы SO_2,NH_4,далгоны – конденсированные фосфаты).

Придать повседневной одежде защитные от отравляющих веществ свойства можно, пропитав ее раствором, который может быть приготовлен в домашних условиях. 2,5-3 л раствора, необходимого для пропитки одного комплекта одежды, можно получить если растворить 250-300 г измельченного хозяйственного мыла в 2-3 л горячей воды (60-70 ° С), добавить в раствор 0,5 л минерального (машинного) и другого масла и, подогревая,перемешивать раствор до получения однородной мыльно-масляной эмульсии. Одежду помещают в большую емкость (бак, ведро) и заливают раствором. Пропитанная одежда отжимается и просушивается (утюжке не подлежит).

В летную жаркую погоду необходимо соблюдать установленные сроки работы в защитной одежде. Зимой для предупреждения обмораживания следует надевать ее на ватник, использовать подшлемник, теплые портянки, в резиновые сапоги подкладывать теплые стельки, защитные перчатки одевать поверх обычных шерстяных или фланелевых. Обычно длительность пребывания людей в убежищах зависит от степени радиоактивного заражения местности. Если убежище находится в зоне заражения с уровнями радиации от 8 до 80 Р/ччерез один час после ядерного взрыва, то время пребывания в нем укрываемых людей составит от нескольких часов до одних суток (рис.8.7) .



Рис.8. 7. Ватно-марлевая повязка

В зоне заражения с уровнями радиации от 80 до 240 Р/ч нахождение людей в защитном сооружении увеличивается до 3 сут. В зоне заражения с уровнем радиации 240 Р/ч и выше это время составит 3 сут. и более. По истечении указанных сроков из убежищ (укрытий) можно перейти в жилые помещения. В течение последующих 1-4 сут. (в зависимости от уровней радиации в зонах

заражения) из таких помещений можно периодически выходить наружу, но не более чем на 3-4 ч в сутки.

В условиях сухой и ветреной погоды, когда возможно пылеобразование, при выходе из помещений следует использовать СИЗОД. Чтобы благополучно пережить указанные сроки пребывания в убежищах, необходимо иметь запасы продуктов питания (не менее чем на 4 сут. (крупы, сахар и соль, галеты, сухари, консервы, макаронные изделия, мука, сухофрукты, шоколад, подсолнечное масло, мед, варенье. уксус, вода)), питьевой воды (из расчета 3 л на человека в сутки), а также предметы первой необходимости и медикаменты.

Если в результате ядерного взрыва убежище (укрытие) окажется поврежденным, принимают меры к быстрому выходу из него, надев СИЗОД. Если основным и ли запасным выходом воспользоваться невозможно, приступают к расчистке одного из заваленных выходов или к проделыванию выхода. После выхода из очага ядерного поражения (зоны радиоактивного заражения) необходимо провести частичную дезактивацию и санитарную обработку, т.е. удалить радиоактивную пыль. При частичной дезактивации следует осторожно снять одежду, ни в коем случае не снимая СИЗОД. Встав спиной к ветру, вытряхнуть ее, развесить одежду на перекладине или веревке и обмести с нее пыль сверху вниз с помощью щетки или веника. Одежду можно выколачивать и палкой.

После этого следует продезактивировать обувь: протереть тряпками и ветошью, смоченными водой, очистить веником или щеткой. Резиновую обувь можно мыть. Противогаз дезактивируют в особой последовательности. Фильтрующе-поглощающую коробку вынимают из сумки, сумку тщательно вытряхивают. Затем тампоном, смоченным мыльной воде, моющим раствором или жидкостью из противохимического пакета обрабатывают фильтрующе-поглощающую коробку, соединительную трубку и наружную поверхность шлема-маски (маски). Лишь после этого противогаз снимают.

Противопыльные тканевые маски при дезактивации тщательно вытряхивают, чистят щетками, при возможности полощут или стирают в воде. Зараженные ватно-марлевые повязки сжигают. При частичной санитарной обработке открытые участки тела: руки, лицо, шею, глаза обмывают незараженной водой. Нос, рот и горло полощут. Важно, чтобы при обмывке лица зараженная вода не попала в глаза, рот и нос. При недостатке воды обработку проводят путем многократного протирания участков тела тампонами из марли (ваты, пакли, ветоши), смоченными незараженной водой. Протирание следует проводить сверху вниз. каждый раз переворачивая тампон чистой стороной. Зимой может использоваться незараженный снег.

Летом санитарную обработку можно организовать в реке или другом проточном водоеме. Частичная дезактивация и санитарная обработка, проводимые в одноразовом порядке, не всегда гарантируют полное удаление радиоактивной пыли. Потому после их проведения обязательно проводится дозиметрический контроль. Если заражение одежды и тела окажется выше допустимой нормы, частичные дезактивацию и санитарную обработку повторяют. В необходимых случаях проводится полная санитарная обработка. Своевременно проведенные частичные дезактивация и санитарная обработка могут полностью предотвратить или сильно снизить степень поражения людей радиоактивными веществами.

Если люди во время ядерного взрыва находятся вне убежища укрытия, следует использовать естественные ближайшие укрытия (рис.10). Если таких укрытий нет, надо повернуться к взрыву спиной, лечь на землю лицом вниз, руки спрятать под себя. Через 15-20 с. после взрыва, когда пройдет ударная волна, следует встать и немедленно надеть противогаз, респиратор или какое-либо другое СИЗОД. В случае отсутствия специальных средств следует закрыть рот и нос платком, шарфом или плотным материалом.

Задача состоит в том, чтобы исключить попадание внутрь организма радиоактивных веществ. Их поражающее действие бывает значительным в

течение длительного времени, поскольку выведение их из организма происходит медленно. Далее необходимо стряхнуть осевшую на одежду и обувь пыль, надеть имеющиеся средства защиты кожи.

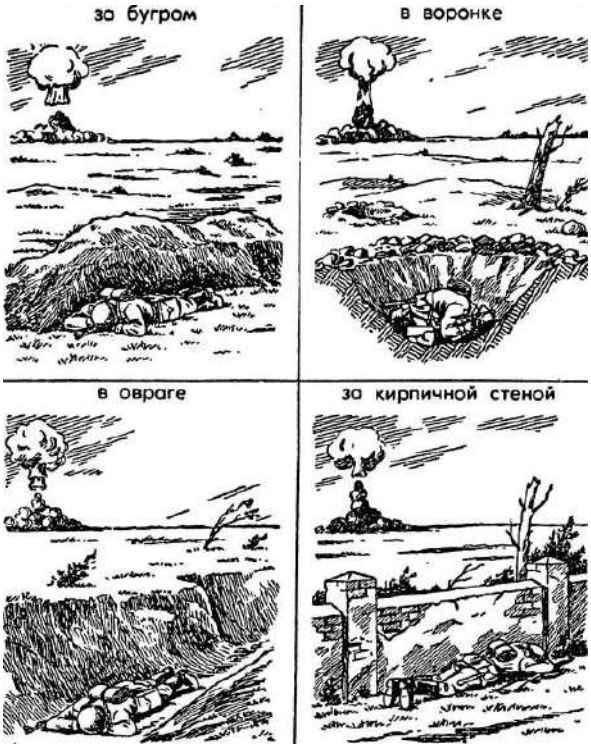


Рис 8.8 Естественные укрытия при внезапном ядерном взрыве

Для этого можно использовать имеющиеся одежду и обувь. Затем следует побыстрее покинуть очаг поражения или укрыться в ближайшем защитном сооружении.

Оставаться на зараженной радиоактивными веществами местности вне убежищ (укрытий), несмотря на использование средств индивидуальной защиты, опасно. Это сопряжено с возможностью облучения и, как следствие, развития лучевой болезни. В целях уменьшения возможности поражения радиоактивными веществами в зонах заражения запрещается принимать пищу, пить и курить. Приготовление пиши должно вестись на незараженной местности или, в крайнем случае, на местности, где уровень радиации не превышает 1 Р/ч. При выходе из очага поражения необходимо учитывать, что в результате ядерных взрывов разрушаются здания, сети коммунального хозяйства. При этом отдельные элементы зданий могут обрушиться через

некоторое время после взрыва. Продвигаться надо посередине улицы, стараясь возможно быстрее попасть в безопасное место. Нельзя трогать электропровода. Направление движения из очага поражения следует выбирать, ориентируясь на знаки ограждения, расставленные разведкой гражданской обороны. Они ведут всторону снижения уровней радиации. Двигаясь по зараженной территории, надо стараться не поднимать пыли, обходить лужи, не создавать брызг.

В результате применения химического оружия возникают очаги химического поражения-территории, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей и сельскохозяйственных животных. Размеры очага зависят от масштаба и способа применения БТХВ (боевые токсичные химические вещества - это химические соединения, которые способны поражать людей и животных на больших площадях, проникать в различные сооружения, заражать местность и водоемы), его типа метеорологических условий, рельефа местности. Особенно опасны стойкие БТХВ нервнопаралитического действия. Их пары распространяются по ветру на довольно большое расстояние (15-25 км и более). Поэтому люди и животные могут быть поражены ими не только в районе применения химических боеприпасов, но и далеко за его пределами. Длительность поражающего действия БТХВ тем меньше, чем сильнее ветер и восходящие потоки воздуха. В лесах, парках, оврагах, на узких улицах они сохраняются дольше, чем на открытой местности. Современные отравляющие вещества обладают чрезвычайно высокой токсичностью.

При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ, далее ОВ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости - средства защиты кожи. Если поблизости имеется убежище, нужно укрыться в нем. Перед тем как войти в убежище, следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища. Эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимают после входа в убежище.

При пользовании укрытием, например, подвалом, не следует забывать, что оно м служить защитой лишь от попадания на кожные покровы и одежду капельножидких ОВ. Однако оно не защищает от паров или аэрозолей отравляющих веществ, находящихся в воздухе. Находясь в таких укрытиях, при наружном заражении обязательно надо воспользоваться противогазом. Находиться в убежище (укрытии) следует до получения распоряжения на выход из него. Когда такое распоряжение поступит, необходимо надеть требуемые средства индивидуальной защиты - противогазы и средства защиты кожи и выйти за пределы очага поражения по направлениям, обозначенным специальными указателями. Если нет ни указателей, ни постов, то двигаться следует перпендикулярно направлению ветра.

На зараженной ОВ территории надо двигаться быстро, но не пыль (брызги). Нельзя прислоняться к зданиям и прикасаться к окружающим предметам. Не следует наступать на видимые капли и мазки ОВ. На зараженной территории запрещается снимать противогазы и другие средства защиты. Особо осторожно нужно двигаться через парки, сады, огороды и поля. На листьях и ветках растений могут находиться осевшие капли ОВ, при прикосновении к ним можно заразить одежду и обувь, что может привести к поражению.

По возможности следует избегать движения оврагами и лощинами, через луга и болота, в этих местах возможен длительный застой паров ОВ. В городах пары ОВ могут застаиваться в замкнутых кварталах, парках, а также в подъездах и на чердаках домов. Зараженное облако в городе распространяется на наибольшие расстояния по улицам,тоннелям, трубопроводам.

ОВ на кожных покровах, одежде, обуви или средствах индивидуальной защиты необходимо немедленно снять их тампонами из марли или ваты; если таких тампонов нет, капли ОВ можно снять тампонами из бумаги или ветоши. Пораженные места следует обработать раствором из противохимического пакета или тщательно промыть теплой водой с мылом. После выхода из очага

химического поражения немедленно проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно, проводятся частичные дегазация и санитарная обработка.

Очагом биологического поражения считаются территорииподвергшиеся непосредственному воздействию бактериальных (биологических) средств, создающих источник распространения инфекционных заболеваний. Заражение людей и животных происходит в результате вдыхания зараженного воздуха, попадания микробов или токсинов на слизистую оболочку и поврежденную кожу, употребления в пищу зараженных продуктов питания и воды.

Причиной заражения могут быть укусы зараженных насекомых и клещей, соприкосновения с зараженными предметами, ранения осколками боеприпасов, снаряженных БС (биологические средства поражения - общее название болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, предназначенных для использования в системах биологического оружия с целью поражения людей, животных и растений). Заражение возможно также в результате непосредственного общения с больными людьми (животными). Ряд заболеваний быстро передается от больных людей к здоровым и вызывает эпидемии (чума, холера, тиф, грипп и др.). К основным средствам защиты населения от биологического оружия относятся вакциносывороточные препараты, антибиотики, сульфамидные и другие лекарственные вещества, используемые для специальной и экстренной профилактики инфекционных болезней.

Употребимы такие средства индивидуальной и коллективной защиты. Своевременное и правильное применение средств индивидуальной защиты и защитных сооружений предохранит от попадания БС в органы дыхания, на кожные покровы и одежду. Необходимо строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарно-гигиенических требований к питанию и водоснабжению населения. Приготовление и прием питии должны исключать возможность ее заражения бактериальными средствами. Посуду необходимо мыть дезинфицирующими растворами или обрабатывать кипячением. В случае

применения противником биологического оружия возможно возникновение значительного количества инфекционных заболеваний.

Основными формами борьбы с эпидемиями являются обсервация и карантин. Делается это в тех случаях, когда примененные возбудители болезней относятся к особо опасным (чума, холера и др.). Карантинный режим предусматривает полную изоляцию очага поражения от окружающего населения. Это наиболее эффективный способ противодействия распространению инфекционных заболеваний. На внешних границах зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, выход людей, вывод животных и вывоз имущества запрещаются. Транзитный проезд транспорта через очаги поражения запрещается. Объекты экономики переходят на особый режим работы со строгим выполнением противоэпидемических требований. Рабочие смены разбиваются на отдельные группы как можно более малочисленные по составу. Контакт между ними сокращается до минимума. Питание и отдых рабочих и служащих организуются по группам в специально отведенных для этого помещениях. Работа учебных заведений, зрелищных учреждений, рынков и т.д. прекращается. Людям не разрешается без крайней необходимости выходить их своих квартир. Продукты питания, вода и предметы первой необходимости доставляются им специальными командами.

При выполнении срочных работ вне зданий люди должны быть обязательно в средствах индивидуальной защиты. Если установленный вид возбудителя не относится к группе особо опасных, вместо карантина применяется обсервация. Она предусматривает медицинское наблюдение за очагом поражения и проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий. Изоляционно-ограничительные меры при обсервации менее строгие: организуются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

Дезинфекция имеет целью обеззараживание объектов внешней среды, которые необходимы для нормальной деятельности и безопасного нахождения людей. Для дезинфекции применяются растворы хлорной извести и хлорамина,

лизол, формалин, могут использоваться горячая вода (с мылом или содой) и пар.

Дезинсекция и дератизация-это мероприятия, связанные соответственно с уничтожением насекомых и истреблением грызунов, которые являются переносчиками инфекционных заболеваний. Для уничтожения насекомых применяют физические (кипячение, проглаживание накаленным утюгом и др.), химические (применение дезинсектирующих средств) и комбинированные способы.

Истребление грызунов в большинстве случаев проводят с помощью механических приспособлений (ловушек различных типов) и химических препаратов. После проведения дезинфекции, дезинсекции и дератизации проводится полная санитарная обработка лиц, принимавших участие в осуществлении названных мероприятий. При необходимости организуется санитарная обработка и остального населения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите СИЗОД.

2. Перечислите СИЗ кожи.

3. Назовите порядок изготовления ВМП.

4. При каких опасностях используются индивидуальные средства защиты?

5. Что является основным средством защиты при угрозе применения ядерного оружия?

6. Что относится к основным средством защиты населения от биологического оружия?

7.Какие индивидуальные средства защиты применяются при химической угрозе?

8. Какие действия предполагает санитарная обработка?

9. В чем отличие дезинфекции от дезинсекции?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Косолапова Н.В. Основы безопасности жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. – 3-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013. – 320 с.: ил.

2. Безопасности жизнедеятельности: учебник / Е.А. Арустамов. – 9-е изд., стереот., - М.: Академия, 2013 с.: ис.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор – по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.О.06.01 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Екатеринбург

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Перечень тестовых заданий:

1. Физическая культура представляет собой

А) учебный предмет в школе

Б) выполнение физических упражнений

В) процесс совершенствования возможностей человека

Г) часть общей культуры общества

2. Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:

А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям

Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков

В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности

Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности

3. Под физическим развитием понимается:

А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни

Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность

В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений

Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом

4. Физическая культура ориентирована на совершенствование

А) физических и психических качеств людей

Б) техники двигательных действий

В) работоспособности человека

Г) природных физических свойств человека

5. Отличительным признаком физической культуры является:

А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям

Б) физическое совершенство

В) выполнение физических упражнений

Г) занятия в форме уроков

6. В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:

А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества

Б) общим принципам образования и воспитания

В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания

Г) принципам обучения

7. Физическими упражнениями называются:

А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье

Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения

В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики

Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания

8. Нагрузка физических упражнений характеризуется:

А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия

Б) величиной их воздействия на организм

В) временем и количеством повторений двигательных действий

Г) напряжением отдельных мышечных групп

9. Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:

А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий

Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей

В) утомлением, возникающим при их выполнении

Г) частотой сердечных сокращений

10. Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка

А) мала и ее следует увеличить

Б) переносится организмом относительно легко

В) достаточно большая и ее можно повторить

Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить

11. Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений

А) 120-130 уд/мин

Б) 130-140 уд/мин
В) 140-150 уд/мин
Г) свыше 150 уд/мин

12. Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:

А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости
Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации
В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения.
Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.

13. Что понимают под закаливанием:

А) купание в холодной воде и хождение босиком
Б) приспособление организма к воздействию внешней среды
В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми
Г) укрепление здоровья

14. Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:

А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения
Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма
В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении
Г) после занятия надо принять холодный душ

15. Правильное дыхание характеризуется:

А) более продолжительным выдохом
Б) более продолжительным вдохом
В) вдохом через нос и выдохом через рот
Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха

16. При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:

А) вращений и поворотов тела
Б) наклонах туловища назад
В) возвращение в исходное положение после наклона
Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным,
рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны

17. Что называется осанкой?

А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение
Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп
В) привычная поза человека в вертикальном положении
Г) силуэт человека

18. Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:

А) затылком, ягодицами, пятками
Б) лопатками, ягодицами, пятками
В) затылком, спиной, пятками
Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками

19. Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:

А) он обеспечивает ритмичность работы организма
Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня
В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня
Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений

20. Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:

А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека
Б) снимает утомление нервных клеток организма
В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения
Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма

21. Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как

А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма
Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии
В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма
Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям

22. Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?

А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения

Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся.

В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России

Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них

23. Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.

А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4

В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4

Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4

24. Под силой как физическим качеством понимается:

А) способность поднимать тяжелые предметы

Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений

В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений

Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.

25. Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.

А) 1, 2, 5, 4, 3, 6

Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5

В) 2, 6, 4, 5, 3, 1

Г) 2,1, 3, 4, 5, 6

26. Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.

А) 1, 2, 3, 4

Б) 2,3,1,4

В) 3, 2, 4, 1

Г) 4,2 ,3, 1

27. Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения

А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы

Б) упражнения, способствующие снижению массы тела

В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки

Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений

28. И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:

А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц

Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы

В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений

Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе

29. Под быстротой как физическим качеством понимается:

А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью

Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени

В) способность быстро набирать скорость

Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой

30. Для развития быстроты используют:

А) подвижные и спортивные игры

Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции

В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений

Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью

31. Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:

А) подвижных и спортивных игр

Б) челночного бега

В) прыжков в высоту

Г) метаний

32. Под гибкостью как физическим качеством понимается:

А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона

Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений.

В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев

Г) эластичность мышц и связок

33. Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:

А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений

Б) выполняются 12-16 циклов движения

В) упражнения выполняются до появления пота

Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений

34. Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.

А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1

В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6

Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

35. При развитии гибкости следует стремиться

А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах

Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах

В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах

Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов

36. Под выносливостью как физическим качеством понимается:

А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки

Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению

В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь

Г) способность сохранять заданные параметры работы

37. Выносливость человека не зависит от:

А) функциональных возможностей систем энергообеспечения

Б) быстроты двигательной реакции

В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть

Г) силы мышц

38. При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:

А) максимальная активность систем энергообеспечения

Б) умеренная интенсивность

В) максимальная интенсивность

Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата

39. Техникой физических упражнений принято называть

А) способ целесообразного решения двигательной задачи

Б) способ организации движений при выполнении упражнений

В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений

Г) рациональную организацию двигательных действий

40. При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).

А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия

Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие

В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи

Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи

41. В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от

А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы

Б) сложности основы техники

В) количества элементов, составляющих двигательное действие

Г) предпочтения учителя

42. Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения

А) основы техники

Б) ведущего звена техники

В) подводящих упражнений

Г) исходного положения

43. Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:

А) урочным формам занятий физическими упражнениями

Б) «малым» неурочным формам

В) «крупным» неурочным формам

Г) соревновательным формам

44. Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?

А) уроки физической культуры

Б) внеклассная работа

В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия

Г) содержание и организация педагогической практики

45. Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:

А) оперативному

Б) текущему

В) предварительному

Г) итоговому

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.
13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.

54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.
57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

Автор: Шулиманов Д.Ф.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.
13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.
54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.

57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

1. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

1.2.Вопросы для групповой дискуссии

1 .Что можно отнести к средствам физического воспитания?

2. Влияние климатогеографического фактора на здоровье и работоспособность человека

3. Чем отличается спорт от физической культуры?

4. Что мы относим к материальным ценностям физической культуры, а что – к духовным?

5. В чем состоит взаимосвязь физической и умственной деятельности человека?

6. Причины возникновения таких явлений как гипокинезия и гиподинамия

7. Для чего нужна адаптивная физическая культура?

8. При выборе вида спорта на какие аспекты и характеристики необходимо обратить основное внимание.

1.3. Типовые тестовые задания для промежуточной аттестации по теоретическому разделу дисциплины:

Вариант 1

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. Часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности – это:

   а) физическая культура; б) спорт; в) туризм; г) физическое развитие.
2. Физическое воспитание – это:

   а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
   б) приобщение человека к физической культуре;
   в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
   г) процесс формирования определенных физических и психических качеств.
3. Чем спорт отличается от физической культуры:

   а) наличием специального оборудования; б) присутствием зрителей; в) наличием соревновательного момента; г) большой физической нагрузкой.
4 Какой из ниже перечисленных принципов не относится к основным принципам физического воспитания:

   а) сознательности и активности; б) наглядности; в) последовательности;
   г) систематичности;
5 Под физическим развитием понимается:

   а) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни;
   б) размеры мускулатуры, форма тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность;
   в) процесс совершенствования физических качеств, при выполнении физических упражнений;
   г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:

   а) естественное состояние организма без болезней и недомоганий;
   б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
   в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
   г) все перечисленное.
2. Состояние здоровья обусловлено:

   а) резервными возможностями организма; б) образом жизни;
   в) уровнем здравоохранения; г) отсутствием болезней.
3. Что не относятся к внешним факторам, влияющим на человека:

   а) природные факторы; б) факторы социальной среды; в) генетические факторы;
   г) биологические факторы.
4. Сколько времени необходимо нормальному человеку для ночного сна:

   а) 5 – 6 часов; б) 6 – 7 часов; в) 7 – 8 часов; г) 8 – 9 часов.
5. К активному отдыху относится:

   а) сон; б) отдых сидя; в) занятия двигательной деятельностью; г) умственная деятельность.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическими упражнениями называются:

   а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;
   б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;
   в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;
   г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.
2. Занятия физическими упражнениями отличаются от трудовых действий:

   а) интенсивностью; б) задачами; в) местом проведения; г) все ответы верны.
3. Физические упражнения являются:

   а) принципом физического воспитания; б) методом физического воспитания;
   в) средством физического воспитания; г) функцией физического воспитания.
4. Что не относится к методам физического воспитания:

   а) игровой; б) регламентированного упражнения; в) словесный и сенсорный;
   г) самостоятельный.
5. Метод в физической культуре – это

   а) основное положение, определяющее содержание учебного процесса по физической культуре;
   б) руководящее положение, раскрывающее принципы физической культуры;
   в) конкретная причина, заставляющая человека выполнять физические упражнения;
   г) способ применения физических упражнений.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Физическая подготовка – это:

   а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
   б) приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
   в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
   г) процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.
2. К основным физическим качествам относятся:

   а) рост, вес, объем бицепсов, становая сила; б) бег, прыжки, метания, лазания;
   в) сила, выносливость, быстрота, ловкость, гибкость; г) взрывная сила, прыгучесть, меткость.
3. Различают гибкость:

   а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
   г) простую и сложную.
4. Какие виды спорта развивают преимущественно выносливость:

   а) спортивные единоборства; б) циклические; в) спортивные игры; г) ациклические.
5. Скоростно-силовые качества преимущественно развиваются:

   а) в тяжелой атлетике; б) в акробатике; в) в конькобежном спорте; г) в лыжном спорте.

Вариант 2

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. На что преимущественно влияют занятия по физической культуре:
   а) на интеллектуальные способности;
   б) на удовлетворение социальных потребностей;
   в) на воспитание лидерских качеств;
   г) на полноценное физическое развитие.
2. Физическая культура – это:
   а) часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности;
   б) часть наука о природе двигательной деятельности человека
   в) вид воспитательного процесса, специфика которого заключена в обучении двигательным актам и управлением развитием и совершенствованием физических качеств человека;
   г) процесс физического образования и воспитания, выражающий высокую степень развития индивидуальных физических способностей.
3. Что не относиться к компонентам физической культуры:
   а) физическое развитие; б) спорт высших достижений; в) оздоровительно-реабилитационная физическая культура; г) гигиеническая физическая культура.
4. Выбрать правильное определение термина «Физическое развитие»:
   а) физическое развитие – это педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
   б) физическое развитие – это приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
   в) физическое развитие – это биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
   г) физическое развитие – это процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.
5. Теоретический материал учебного предмета «Физическая культура и спорт» в высших учебных заведениях включает в себя:
   а) фундаментальные знания общетеоретического характера;
   б) инструктивно-методические знания;
   в) знания о правилах выполнения двигательных действий;
   г) все вышеперечисленное.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Что понимается под закаливанием:
   а) купание в холодной воде и хождение босиком;
   б) приспособление организма к воздействиям внешней среды;
   в) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми;
   г) укрепление здоровья.
2. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:
   а) естественное состояние организма без болезней и недомоганий;
   б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
   в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
   г) все перечисленное.
3. Какое понятие не относится к двигательной активности человека:
   а) гипоксия; б) гиподинамия; в) гипокинезия; г) гипердинамия.
4. Какая из перечисленных функций не относится к функции кожи:

а) защита внутренней среды организма; б) теплорегуляция; в) выделение из организма продуктов обмена веществ; г) звукоизоляция.

5. Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому что:

а) обеспечивает ритмичность работы организма;

б) позволяет правильно планировать дела в течение дня;

в) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня;

г) позволяет избегать неоправданных физических напряжений.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическое упражнение - это:

а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;

б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;

в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;

г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.

2. Положительное влияние физических упражнений на развитие функциональных возможностей организма будет зависеть:

а) от технической и физической подготовленности занимающихся;

б) от особенностей реакций систем организма в ответ на выполняемые упражнения;

г) от состояния здоровья и самочувствия занимающихся во время выполнения упражнений;

г) от величины физической нагрузки и степени напряжения в работе определенных мышечных групп.

3. Что не относиться к средствам физического воспитания:

а) физические упражнения;

б) подвижные игры;

в) соревнования;

в) спортивные игры.

4. Что относится к методическим принципам физического воспитания:

а) сознательность и активность;

б) наглядность и доступность;

в) систематичность и динамичность;

г) все вышеперечисленное.

5. Регулярные занятия физическими упражнениями способствует повышению работоспособности, потому что:

а) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости;

б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации;

в) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения;

г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнять больший объем физической работы за отведенный отрезок времени.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Степень владения техникой действий, при которой повышена концентрация внимания на составные операции (части), наблюдается нестабильное решение двигательной задачи – это

а) двигательное умение; в) массовый спорт; в) двигательный навык;

г) спорт высших достижений.

2. Для воспитания быстроты используются:

а) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции;
б) подвижные и спортивные игры;
в) упражнения на быстроту реакции и частоту движений;
г) двигательные упражнения, выполняемые с максимальной скоростью.

3. Различают два вида выносливости:

а) абсолютная и относительная; б) общая и специальная; в) активная и пассивная;
г) динамическую и статическую.

4. Процесс воспитания физических качеств, обеспечивающих преимущественное развитие тех двигательных способностей, которые необходимы для конкретной спортивной дисциплины - это

а) общая физическая подготовка; б) двигательное умение; в) специальная физическая подготовка; г) двигательный навык.

5. Различают силу:

а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
г) статическую и динамическую.

Ключ:

№ вопр.	Вариант - 1				Вариант - 2			
	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4
1	а	б	г	г	г	б	г	а
2	а	б	б	в	а	б	б	а
3	в	в	в	в	б	а	в	б
4	в	в	г	б	в	г	г	в
5	а	в	г	в	г	а	б	а

Вариант 1

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. В комплекс утренней гимнастики следует включать:

а) упражнения с отягощением; б) упражнения статического характера;
в) упражнения на гибкость и дыхательные упражнения; г) упражнения на выносливость.

2. К объективным показателям самоконтроля относится:

а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.

3. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:

а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.

4. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:

а) после приема пищи; б) после сна натощак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. Регулярные занятия доступным видом спорта, участия в соревнованиях с целью укрепления здоровья, коррекции физического развития и телосложения, активного отдыха, достижение физического совершенствования – это:

а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) профессионально-прикладная физическая культура;
в) массовый спорт.

2. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает гибкость и ловкость:

а) фехтование;

б) баскетбол;
в) фигурное катание;
г) художественная гимнастика.

3. Количество игроков одной команды в волейболе на площадке:
   а) 7; б) 6; в) 5; г) 8.
4. Как осуществляется контроль за влиянием физических нагрузок на организм во время занятий физическими упражнениями:
   а) по частоте дыхания;
   б) по частоте сердечно-сосудистых сокращений;
   в) по объему выполненной работы.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Степень владения техникой действия, при которой управление движением происходит автоматически, и действия отличаются надежностью – это:
   а) двигательное умение;
   б) массовый спорт;
   в) двигательный навык;
   г) спорт высших достижений.
2. Как дозируются упражнения на гибкость:
   а) до появления пота;
   б) до снижения амплитуды движений;
   в) по 12-16 циклов движений;
   г) до появления болевых ощущений.
3. При воспитании силы применяются специальные упражнения с отягощениями. Их отличительная особенность заключается в том, что:
   а) в качестве отягощения используется собственный вес человека;
   б) они выполняются до утомления;
   в) они вызывают значительное напряжение мышц;
   г) они выполняются медленно.
4. В каком из перечисленных видов спорта преимущественно развивается выносливость:
   а) в фигурном катании;
   б) в пауэрлифтинге;
   в) в художественной гимнастике;
   г) в лыжном спорте.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:
   а) обеспечивают усиленную работу мышц;
   б) обеспечивают выполнение большого объема мышечной работы с разной интенсивностью;
   в) обеспечивают усиленную работу систем дыхания и кровообращения;
   г) обеспечивают усиленную работу системы энергообеспечения.
2. Меры профилактики переутомления:
   а) посидеть 3-4 минуты;
   б) сменить вид деятельности;
   в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;
   г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.
3. При нагрузке средней интенсивности частота пульса достигает:
   а) 100 – 130 уд/мин;

б) 130 – 150 уд/мин;
в) 150 – 170 уд/мин;
г) более 170 уд/мин

4. Что называется «разминкой», проводимой в подготовительной части занятия:
а) чередование легких и трудных общеразвивающих упражнений;
б) чередование беговых и общеразвивающих упражнений;
в) подготовка организма к предстоящей работе;
г) чередование беговых упражнений и ходьбы.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

Специально направленное и избирательное использование средств физической культуры и спорта для подготовки человека к определенной профессиональной деятельности – это:
а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) производственная физическая культура;
г) массовый спорт.

1. ППФП строится на основе и в единстве с:
а) физической подготовкой; б) технической подготовкой; в) тактической подготовкой;
г) психологической подготовкой.

3. Какая из нижеперечисленных задач не является задачей ППФП:
а) развитие физических способностей, специфических для данной профессии;
б) формирование профессионально-прикладных сенсорных умений и навыков;
в) сообщение специальных знаний для успешного освоения практических навыков трудовой деятельности;
г) повышение функциональной устойчивости организма к неблагоприятному воздействию факторов окружающей среды.

4. Что не является формой занятий по ППФП:
а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

Вариант 2

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. Определение повседневных изменений в подготовке занимающихся – это:
а) педагогический поэтапный контроль;
б) педагогический текущий контроль;
в) педагогический оперативный контроль;
г) педагогический двигательный контроль.

1. В комплекс утренней гимнастики не рекомендуется включать:
а) упражнения на гибкость;
б) дыхательные упражнения;
в) упражнения с отягощением;
г) упражнения для всех групп мышц.

2. Самостоятельные тренировочные занятия не рекомендуется выполнять:
а) за час до приема пищи;
б) после сна натощак;
в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда;
г) за 3 часа до отхода ко сну.

4. Дневник самоконтроля нужен для:
а) коррекции содержания и методики занятий физическими упражнениями;
б) контроля родителей;
в) лично спортсмену;
г) лично тренеру.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. К циклическим видам спорта не относится:
   а) волейбол;
   б) стайерский бег;
   в) плавание;
   г) спортивная ходьба.
2. Какой из перечисленных видов спорта преимущественно развивает координацию движений:
   а) спортивная гимнастика;
   б) лыжный спорт;
   в) триатлон;
   г) атлетическая гимнастика.
3. Систематическая плановая многолетняя подготовка и участие в соревнованиях в избранном виде спорта с целью достижения максимальных спортивных результатов – это:
   а) спорт высших достижений;
   б) лечебная физическая культура;
   в) профессионально-прикладная физическая культура;
   в) массовый спорт.
4. Какие упражнения включаются в разминку почти во всех видах спорта:
   а) упражнения на развитие выносливости;
   б) упражнения на развитие гибкости и координации движений;
   в) бег и общеразвивающие упражнения.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Какая из представленных способностей не относится к группе координационных:
   а) способность сохранять равновесие;
   б) способность точно дозировать величину мышечных усилий;
   в) способность быстро реагировать на стартовый сигнал;
   г) способность точно воспроизводить движения в пространстве.
2. Почему на занятиях по «физической культуре» выделяют подготовительную, основную и заключительную части:
   а) так удобнее распределять различные по характеру упражнения;
   б) выделение частей занятий связано с необходимостью управлять динамикой работоспособности занимающихся;
   в) выделение частей в занятии требует Министерство науки и образования;
   г) перед занятием, как правило, ставятся 3 задачи, и каждая часть предназначена для них.
3. Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:
   а) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий;
   б) степень преодолеваемых при их выполнении трудностей;
   в) утомлением, возникающим в результате их выполнения;
   г) частотой сердечных сокращений.
4. Назовите количество игроков на волейбольной площадке:
   а) 4; б) 5; в) 6; г) 7.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. К объективным показателям самоконтроля относится:
   а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.
2. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:
   а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.

3. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:

а) после приема пищи; б) после сна натощак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.

4. Меры профилактики переутомления:

а) посидеть 3-4 минуты;

б) сменить вид деятельности;

в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;

г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

1. Система методически обоснованных физических упражнений, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой и профессиональной дееспособности – это:

а) физкультурная пауза;

б) производственная физическая культура;

в) спорт высших достижений;

г) массовый спорт.

2. Профессионально-прикладная физическая подготовка - это

а) специализированный вид физического воспитания, осуществляемый в соответствии с особенностями и требованиями данной профессии;

б) система профессиональных мероприятий, осуществляемая в соответствии с особенностями данной профессии;

в) процесс формирования специализированных знаний, умений и навыков;

г) целенаправленное воздействие на развитие физических качеств человека посредством нормированных нагрузок.

3. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает координационные способности монтажников-высотников:

а) фехтование; б) баскетбол; в) мото-спорт; г) гимнастика.

4. Что не является формой занятий по ППФП:

а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

Ключ:

№ вопр.		Вариант - 1					Вариант - 2			
	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4	ДЕ 5	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4	ДЕ 5
1	в	в	в	б	в	в	а	в	а	б
2	а	г	б	в	а	в	а	б	в	а
3	в	б	в	б	г	а	а	а	в	г
4	в	б	г	в	г	а	в	в	в	г

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.О.06.02. ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Екатеринбург

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Перечень тестовых заданий:

1. Физическая культура представляет собой

А) учебный предмет в школе

Б) выполнение физических упражнений

В) процесс совершенствования возможностей человека

Г) часть общей культуры общества

2. Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:

А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям

Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков

В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности

Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности

3. Под физическим развитием понимается:

А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни

Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность

В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений

Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом

4. Физическая культура ориентирована на совершенствование

А) физических и психических качеств людей

Б) техники двигательных действий

В) работоспособности человека

Г) природных физических свойств человека

5. Отличительным признаком физической культуры является:

А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям

Б) физическое совершенство

В) выполнение физических упражнений

Г) занятия в форме уроков

6. В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:

А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества

Б) общим принципам образования и воспитания

В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания

Г) принципам обучения

7. Физическими упражнениями называются:

А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье

Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения

В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики

Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания

8. Нагрузка физических упражнений характеризуется:

А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия

Б) величиной их воздействия на организм

В) временем и количеством повторений двигательных действий

Г) напряжением отдельных мышечных групп

9. Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:

А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий

Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей

В) утомлением, возникающим при их выполнении

Г) частотой сердечных сокращений

10. Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка

А) мала и ее следует увеличить

Б) переносится организмом относительно легко

В) достаточно большая и ее можно повторить

Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить

11. Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений

А) 120-130 уд/мин

Б) 130-140 уд/мин
В) 140-150 уд/мин
Г) свыше 150 уд/мин

12. Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:

А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости
Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации
В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения.
Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.

13. Что понимают под закаливанием:

А) купание в холодной воде и хождение босиком
Б) приспособление организма к воздействию внешней среды
В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми
Г) укрепление здоровья

14. Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:

А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения
Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма
В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении
Г) после занятия надо принять холодный душ

15. Правильное дыхание характеризуется:

А) более продолжительным выдохом
Б) более продолжительным вдохом
В) вдохом через нос и выдохом через рот
Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха

16. При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:

А) вращений и поворотов тела
Б) наклонах туловища назад
В) возвращение в исходное положение после наклона
Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным,
рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны

17. Что называется осанкой?

А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение
Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп
В) привычная поза человека в вертикальном положении
Г) силуэт человека

18. Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:

А) затылком, ягодицами, пятками
Б) лопатками, ягодицами, пятками
В) затылком, спиной, пятками
Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками

19. Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:

А) он обеспечивает ритмичность работы организма
Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня
В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня
Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений

20. Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:

А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека
Б) снимает утомление нервных клеток организма
В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения
Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма

21. Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как

А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма
Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии
В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма
Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям

22. Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?

А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения

Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся.

В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России

Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них

23. Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.

А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4

В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4

Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4

24. Под силой как физическим качеством понимается:

А) способность поднимать тяжелые предметы

Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений

В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений

Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.

25. Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.

А) 1, 2, 5, 4, 3, 6

Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5

В) 2, 6, 4, 5, 3, 1

Г) 2,1, 3, 4, 5, 6

26. Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.

А) 1, 2, 3, 4

Б) 2,3,1,4

В) 3, 2, 4, 1

Г) 4,2 ,3, 1

27. Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения

А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы

Б) упражнения, способствующие снижению массы тела

В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки

Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений

28. И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:

А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц

Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы

В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений

Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе

29. Под быстротой как физическим качеством понимается:

А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью

Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени

В) способность быстро набирать скорость

Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой

30. Для развития быстроты используют:

А) подвижные и спортивные игры

Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции

В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений

Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью

31. Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:

А) подвижных и спортивных игр

Б) челночного бега

В) прыжков в высоту

Г) метаний

32. Под гибкостью как физическим качеством понимается:

А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона

Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений.

В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев

Г) эластичность мышц и связок

33. Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:

А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений

Б) выполняются 12-16 циклов движения

В) упражнения выполняются до появления пота

Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений

34. Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.

А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1

В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6

Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1

35. При развитии гибкости следует стремиться

А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах

Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах

В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах

Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов

36. Под выносливостью как физическим качеством понимается:

А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки

Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению

В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь

Г) способность сохранять заданные параметры работы

37. Выносливость человека не зависит от:

А) функциональных возможностей систем энергообеспечения

Б) быстроты двигательной реакции

В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть

Г) силы мышц

38. При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:

А) максимальная активность систем энергообеспечения

Б) умеренная интенсивность

В) максимальная интенсивность

Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата

39. Техникой физических упражнений принято называть

А) способ целесообразного решения двигательной задачи

Б) способ организации движений при выполнении упражнений

В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений

Г) рациональную организацию двигательных действий

40. При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).

А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия

Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие

В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи

Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи

41. В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от

А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы

Б) сложности основы техники

В) количества элементов, составляющих двигательное действие

Г) предпочтения учителя

42. Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения

А) основы техники

Б) ведущего звена техники

В) подводящих упражнений

Г) исходного положения

43. Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:

А) урочным формам занятий физическими упражнениями

Б) «малым» неурочным формам

В) «крупным» неурочным формам

Г) соревновательным формам

44. Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?

А) уроки физической культуры

Б) внеклассная работа

В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия

Г) содержание и организация педагогической практики

45. Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:

А) оперативному

Б) текущему

В) предварительному

Г) итоговому

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.
13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.

54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.
57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

Автор: Шулиманов Д.Ф.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.
13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.
54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.

57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

1. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

1.2.Вопросы для групповой дискуссии

1 .Что можно отнести к средствам физического воспитания?

2. Влияние климатогеографического фактора на здоровье и работоспособность человека

3. Чем отличается спорт от физической культуры?

4. Что мы относим к материальным ценностям физической культуры, а что – к духовным?

5. В чем состоит взаимосвязь физической и умственной деятельности человека?

6. Причины возникновения таких явлений как гипокинезия и гиподинамия

7. Для чего нужна адаптивная физическая культура?

8. При выборе вида спорта на какие аспекты и характеристики необходимо обратить основное внимание.

1.3. Типовые тестовые задания для промежуточной аттестации по теоретическому разделу дисциплины:

Вариант 1

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. Часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности – это:

   а) физическая культура; б) спорт; в) туризм; г) физическое развитие.
2. Физическое воспитание – это:

   а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
   б) приобщение человека к физической культуре;
   в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
   г) процесс формирования определенных физических и психических качеств.
3. Чем спорт отличается от физической культуры:

   а) наличием специального оборудования; б) присутствием зрителей; в) наличием соревновательного момента; г) большой физической нагрузкой.
4 Какой из ниже перечисленных принципов не относится к основным принципам физического воспитания:

   а) сознательности и активности; б) наглядности; в) последовательности;
   г) систематичности;
5 Под физическим развитием понимается:

   а) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни;
   б) размеры мускулатуры, форма тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность;
   в) процесс совершенствования физических качеств, при выполнении физических упражнений;
   г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:

   а) естественное состояние организма без болезней и недомоганий;
   б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
   в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
   г) все перечисленное.
2. Состояние здоровья обусловлено:

   а) резервными возможностями организма; б) образом жизни;
   в) уровнем здравоохранения; г) отсутствием болезней.
3. Что не относятся к внешним факторам, влияющим на человека:

   а) природные факторы; б) факторы социальной среды; в) генетические факторы;
   г) биологические факторы.
4. Сколько времени необходимо нормальному человеку для ночного сна:

   а) 5 – 6 часов; б) 6 – 7 часов; в) 7 – 8 часов; г) 8 – 9 часов.
5. К активному отдыху относится:

   а) сон; б) отдых сидя; в) занятия двигательной деятельностью; г) умственная деятельность.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическими упражнениями называются:

   а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;
   б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;
   в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;
   г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.
2. Занятия физическими упражнениями отличаются от трудовых действий:

   а) интенсивностью; б) задачами; в) местом проведения; г) все ответы верны.
3. Физические упражнения являются:

   а) принципом физического воспитания; б) методом физического воспитания;
   в) средством физического воспитания; г) функцией физического воспитания.
4. Что не относится к методам физического воспитания:

   а) игровой; б) регламентированного упражнения; в) словесный и сенсорный;
   г) самостоятельный.
5. Метод в физической культуре – это

   а) основное положение, определяющее содержание учебного процесса по физической культуре;
   б) руководящее положение, раскрывающее принципы физической культуры;
   в) конкретная причина, заставляющая человека выполнять физические упражнения;
   г) способ применения физических упражнений.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Физическая подготовка – это:

   а) педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
   б) приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
   в) биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
   г) процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.
2. К основным физическим качествам относятся:

   а) рост, вес, объем бицепсов, становая сила; б) бег, прыжки, метания, лазания;
   в) сила, выносливость, быстрота, ловкость, гибкость; г) взрывная сила, прыгучесть, меткость.
3. Различают гибкость:

   а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
   г) простую и сложную.
4. Какие виды спорта развивают преимущественно выносливость:

   а) спортивные единоборства; б) циклические; в) спортивные игры; г) ациклические.
5. Скоростно-силовые качества преимущественно развиваются:

   а) в тяжелой атлетике; б) в акробатике; в) в конькобежном спорте; г) в лыжном спорте.

Вариант 2

ДЕ-1: Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке обучающихся.

1. На что преимущественно влияют занятия по физической культуре:
   а) на интеллектуальные способности;
   б) на удовлетворение социальных потребностей;
   в) на воспитание лидерских качеств;
   г) на полноценное физическое развитие.
2. Физическая культура – это:
   а) часть общечеловеческой культуры, специфический процесс и результат человеческой деятельности, средство и способ физического совершенствования личности;
   б) часть наука о природе двигательной деятельности человека
   в) вид воспитательного процесса, специфика которого заключена в обучении двигательным актам и управлением развитием и совершенствованием физических качеств человека;
   г) процесс физического образования и воспитания, выражающий высокую степень развития индивидуальных физических способностей.
3. Что не относиться к компонентам физической культуры:
   а) физическое развитие; б) спорт высших достижений; в) оздоровительно-реабилитационная физическая культура; г) гигиеническая физическая культура.
4. Выбрать правильное определение термина «Физическое развитие»:
   а) физическое развитие – это педагогический процесс, направленный на формирование физической культуры личности в результате педагогического воздействия и самовоспитания;
   б) физическое развитие – это приобщение человека к физической культуре, в процессе которой он овладевает системой знаний, ценностей, позволяющих ему осознанно и творчески развивать физические способности;
   в) физическое развитие – это биологический процесс становления, изменения естественных морфологических и функциональных свойств организма в течение жизни человека;
   г) физическое развитие – это процесс формирования определенных физических и психических качеств, умений и навыков человека посредством направленных занятий с применением средств физической культуры.
5. Теоретический материал учебного предмета «Физическая культура и спорт» в высших учебных заведениях включает в себя:
   а) фундаментальные знания общетеоретического характера;
   б) инструктивно-методические знания;
   в) знания о правилах выполнения двигательных действий;
   г) все вышеперечисленное.

ДЕ-2: Основы здорового образа жизни обучающегося.

1. Что понимается под закаливанием:
   а) купание в холодной воде и хождение босиком;
   б) приспособление организма к воздействиям внешней среды;
   в) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми;
   г) укрепление здоровья.
2. Определение понятия «Здоровье» Всемирной организации здравоохранения. Здоровье это:
   а) естественное состояние организма без болезней и недомоганий;
   б) состояние полного физического, умственного и социального благополучия;
   в) состояние отсутствия каких-либо заболеваний;
   г) все перечисленное.
3. Какое понятие не относится к двигательной активности человека:
   а) гипоксия; б) гиподинамия; в) гипокинезия; г) гипердинамия.
4. Какая из перечисленных функций не относится к функции кожи:

а) защита внутренней среды организма; б) теплорегуляция; в) выделение из организма продуктов обмена веществ; г) звукоизоляция.

5. Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому что:

а) обеспечивает ритмичность работы организма;

б) позволяет правильно планировать дела в течение дня;

в) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня;

г) позволяет избегать неоправданных физических напряжений.

ДЕ-3: Средства и методы физической культуры.

1. Физическое упражнение - это:

а) двигательные действия, используемые для формирования техники движений;

б) двигательные действия, используемые для развития физических качеств и укрепления здоровья;

в) двигательные действия, выполняемые на занятиях по физической культуре и самостоятельно;

г) двигательные действия, направленные на реализацию задач физического воспитания.

2. Положительное влияние физических упражнений на развитие функциональных возможностей организма будет зависеть:

а) от технической и физической подготовленности занимающихся;

б) от особенностей реакций систем организма в ответ на выполняемые упражнения;

г) от состояния здоровья и самочувствия занимающихся во время выполнения упражнений;

г) от величины физической нагрузки и степени напряжения в работе определенных мышечных групп.

3. Что не относиться к средствам физического воспитания:

а) физические упражнения;

б) подвижные игры;

в) соревнования;

в) спортивные игры.

4. Что относится к методическим принципам физического воспитания:

а) сознательность и активность;

б) наглядность и доступность;

в) систематичность и динамичность;

г) все вышеперечисленное.

5. Регулярные занятия физическими упражнениями способствует повышению работоспособности, потому что:

а) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости;

б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации;

в) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения;

г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнять больший объем физической работы за отведенный отрезок времени.

ДЕ-4: Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

1. Степень владения техникой действий, при которой повышена концентрация внимания на составные операции (части), наблюдается нестабильное решение двигательной задачи – это

а) двигательное умение; в) массовый спорт; в) двигательный навык;

г) спорт высших достижений.

2. Для воспитания быстроты используются:

а) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции;
б) подвижные и спортивные игры;
в) упражнения на быстроту реакции и частоту движений;
г) двигательные упражнения, выполняемые с максимальной скоростью.

3. Различают два вида выносливости:

а) абсолютная и относительная; б) общая и специальная; в) активная и пассивная;
г) динамическую и статическую.

4. Процесс воспитания физических качеств, обеспечивающих преимущественное развитие тех двигательных способностей, которые необходимы для конкретной спортивной дисциплины - это

а) общая физическая подготовка; б) двигательное умение; в) специальная физическая подготовка; г) двигательный навык.

5. Различают силу:

а) абсолютную и относительную; б) общую и специальную; в) активную и пассивную;
г) статическую и динамическую.

Ключ:

№ вопр.	Вариант - 1				Вариант - 2			
	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4
1	а	б	г	г	г	б	г	а
2	а	б	б	в	а	б	б	а
3	в	в	в	в	б	а	в	б
4	в	в	г	б	в	г	г	в
5	а	в	г	в	г	а	б	а

Вариант 1

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. В комплекс утренней гимнастики следует включать:

а) упражнения с отягощением; б) упражнения статического характера;
в) упражнения на гибкость и дыхательные упражнения; г) упражнения на выносливость.

2. К объективным показателям самоконтроля относится:

а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.

3. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:

а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.

4. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:

а) после приема пищи; б) после сна натощак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. Регулярные занятия доступным видом спорта, участия в соревнованиях с целью укрепления здоровья, коррекции физического развития и телосложения, активного отдыха, достижение физического совершенствования – это:

а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) профессионально-прикладная физическая культура;
в) массовый спорт.

2. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает гибкость и ловкость:

а) фехтование;

б) баскетбол;
в) фигурное катание;
г) художественная гимнастика.

3. Количество игроков одной команды в волейболе на площадке:
   а) 7; б) 6; в) 5; г) 8.
4. Как осуществляется контроль за влиянием физических нагрузок на организм во время занятий физическими упражнениями:
   а) по частоте дыхания;
   б) по частоте сердечно-сосудистых сокращений;
   в) по объему выполненной работы.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Степень владения техникой действия, при которой управление движением происходит автоматически, и действия отличаются надежностью – это:
   а) двигательное умение;
   б) массовый спорт;
   в) двигательный навык;
   г) спорт высших достижений.
2. Как дозируются упражнения на гибкость:
   а) до появления пота;
   б) до снижения амплитуды движений;
   в) по 12-16 циклов движений;
   г) до появления болевых ощущений.
3. При воспитании силы применяются специальные упражнения с отягощениями. Их отличительная особенность заключается в том, что:
   а) в качестве отягощения используется собственный вес человека;
   б) они выполняются до утомления;
   в) они вызывают значительное напряжение мышц;
   г) они выполняются медленно.
4. В каком из перечисленных видов спорта преимущественно развивается выносливость:
   а) в фигурном катании;
   б) в пауэрлифтинге;
   в) в художественной гимнастике;
   г) в лыжном спорте.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:
   а) обеспечивают усиленную работу мышц;
   б) обеспечивают выполнение большого объема мышечной работы с разной интенсивностью;
   в) обеспечивают усиленную работу систем дыхания и кровообращения;
   г) обеспечивают усиленную работу системы энергообеспечения.
2. Меры профилактики переутомления:
   а) посидеть 3-4 минуты;
   б) сменить вид деятельности;
   в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;
   г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.
3. При нагрузке средней интенсивности частота пульса достигает:
   а) 100 – 130 уд/мин;

б) 130 – 150 уд/мин;
в) 150 – 170 уд/мин;
г) более 170 уд/мин

4. Что называется «разминкой», проводимой в подготовительной части занятия:
а) чередование легких и трудных общеразвивающих упражнений;
б) чередование беговых и общеразвивающих упражнений;
в) подготовка организма к предстоящей работе;
г) чередование беговых упражнений и ходьбы.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

Специально направленное и избирательное использование средств физической культуры и спорта для подготовки человека к определенной профессиональной деятельности – это:
а) спорт высших достижений;
б) лечебная физическая культура;
в) производственная физическая культура;
г) массовый спорт.

1. ППФП строится на основе и в единстве с:
а) физической подготовкой; б) технической подготовкой; в) тактической подготовкой;
г) психологической подготовкой.

3. Какая из нижеперечисленных задач не является задачей ППФП:
а) развитие физических способностей, специфических для данной профессии;
б) формирование профессионально-прикладных сенсорных умений и навыков;
в) сообщение специальных знаний для успешного освоения практических навыков трудовой деятельности;
г) повышение функциональной устойчивости организма к неблагоприятному воздействию факторов окружающей среды.

4. Что не является формой занятий по ППФП:
а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

Вариант 2

ДЕ-1: Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями.

1. Определение повседневных изменений в подготовке занимающихся – это:
а) педагогический поэтапный контроль;
б) педагогический текущий контроль;
в) педагогический оперативный контроль;
г) педагогический двигательный контроль.

1. В комплекс утренней гимнастики не рекомендуется включать:
а) упражнения на гибкость;
б) дыхательные упражнения;
в) упражнения с отягощением;
г) упражнения для всех групп мышц.

2. Самостоятельные тренировочные занятия не рекомендуется выполнять:
а) за час до приема пищи;
б) после сна натощак;
в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда;
г) за 3 часа до отхода ко сну.

4. Дневник самоконтроля нужен для:
а) коррекции содержания и методики занятий физическими упражнениями;
б) контроля родителей;
в) лично спортсмену;
г) лично тренеру.

ДЕ-2: Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

1. К циклическим видам спорта не относится:
   а) волейбол;
   б) стайерский бег;
   в) плавание;
   г) спортивная ходьба.
2. Какой из перечисленных видов спорта преимущественно развивает координацию движений:
   а) спортивная гимнастика;
   б) лыжный спорт;
   в) триатлон;
   г) атлетическая гимнастика.
3. Систематическая плановая многолетняя подготовка и участие в соревнованиях в избранном виде спорта с целью достижения максимальных спортивных результатов – это:
   а) спорт высших достижений;
   б) лечебная физическая культура;
   в) профессионально-прикладная физическая культура;
   в) массовый спорт.
4. Какие упражнения включаются в разминку почти во всех видах спорта:
   а) упражнения на развитие выносливости;
   б) упражнения на развитие гибкости и координации движений;
   в) бег и общеразвивающие упражнения.

ДЕ-3: Особенности занятий избранным видом спорта или системой физических упражнений.

1. Какая из представленных способностей не относится к группе координационных:
   а) способность сохранять равновесие;
   б) способность точно дозировать величину мышечных усилий;
   в) способность быстро реагировать на стартовый сигнал;
   г) способность точно воспроизводить движения в пространстве.
2. Почему на занятиях по «физической культуре» выделяют подготовительную, основную и заключительную части:
   а) так удобнее распределять различные по характеру упражнения;
   б) выделение частей занятий связано с необходимостью управлять динамикой работоспособности занимающихся;
   в) выделение частей в занятии требует Министерство науки и образования;
   г) перед занятием, как правило, ставятся 3 задачи, и каждая часть предназначена для них.
3. Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:
   а) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий;
   б) степень преодолеваемых при их выполнении трудностей;
   в) утомлением, возникающим в результате их выполнения;
   г) частотой сердечных сокращений.
4. Назовите количество игроков на волейбольной площадке:
   а) 4; б) 5; в) 6; г) 7.

ДЕ-4: Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом.

1. К объективным показателям самоконтроля относится:
   а) частота сердечных сокращений; б) самочувствие; в) аппетит; г) сон.
2. При нагрузке интенсивности выше средней частота пульса достигает:
   а) 100 – 130 уд/мин; б) 130 – 150 уд/мин; в) 150 – 170 уд/мин; г) более 170 уд/мин.

3. Самостоятельные тренировочные занятия рекомендуется выполнять:

а) после приема пищи; б) после сна натощак; в) во второй половине дня, через 2-3 часа после обеда; г) перед сном.

4. Меры профилактики переутомления:

а) посидеть 3-4 минуты;

б) сменить вид деятельности;

в) прекратить выполнение действий, пройти обследование у врачей, выполнить их рекомендации;

г) достаточно 2 дней полноценного отдыха для восстановления.

ДЕ-5: Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) обучающихся.

1. Система методически обоснованных физических упражнений, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой и профессиональной дееспособности – это:

а) физкультурная пауза;

б) производственная физическая культура;

в) спорт высших достижений;

г) массовый спорт.

2. Профессионально-прикладная физическая подготовка - это

а) специализированный вид физического воспитания, осуществляемый в соответствии с особенностями и требованиями данной профессии;

б) система профессиональных мероприятий, осуществляемая в соответствии с особенностями данной профессии;

в) процесс формирования специализированных знаний, умений и навыков;

г) целенаправленное воздействие на развитие физических качеств человека посредством нормированных нагрузок.

3. Какой вид спорта наиболее эффективно развивает координационные способности монтажников-высотников:

а) фехтование; б) баскетбол; в) мото-спорт; г) гимнастика.

4. Что не является формой занятий по ППФП:

а) спортивно-прикладные соревнования; б) учебные занятия; в) занятия в период учебной практики; г) рекреационные занятия.

Ключ:

№ вопр.		Вариант - 1					Вариант - 2			
	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4	ДЕ 5	ДЕ 1	ДЕ 2	ДЕ 3	ДЕ 4	ДЕ 5
1	в	в	в	б	в	в	а	в	а	б
2	а	г	б	в	а	в	а	б	в	а
3	в	б	в	б	г	а	а	а	в	г
4	в	б	г	в	г	а	в	в	в	г

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Б1.О.07 РУССКИЙ ЯЗЫК И ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**
Год набора: **2023**

Автор: Меленскова Е. С., канд. филол. наук, доцент

Одобрены на заседании кафедры иностранных языков и деловой коммуникации (ИЯДК)
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 06.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

Методические рекомендации к практическим занятиям

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе лекций, ознакомления с учебной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым практические занятия способствуют более качественному усвоению знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы.

Приступая к подготовке к практическому занятию необходимо изучить соответствующие конспекты лекций по заданной теме, главы учебников или учебных пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (например, словарями). Конспектирование дополнительных источников также способствует более плодотворному усвоению учебного материала. Следует обращать внимание на основные понятия и классификации, актуальные для темы практического занятия.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студента. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения и проследить их логику. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Все это находит свое отражение в процессе выполнения итогового зачетного теста.

Очевидны три структурные части практического занятия: предваряющая (подготовка к занятию), непосредственно само практического занятия(обсуждение вопросов темы в группе, выполнение упражнений по теме) и завершающая часть(последующая работа студентов по устранению обнаружившихся пробелов).Не только само практическое занятие, но и предваряющая, и заключающая части его являются необходимыми звеньями целостной системы усвоения вынесенной на обсуждение темы.

Перед очередным практическим занятием целесообразно выполнить все задания, предназначенные для самостоятельного рассмотрения, изучить лекцию, соответствующую теме практического занятия. В процессе подготовки к практическому занятию закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые знания. Столкнувшись в ходе подготовки с недостаточно понятными моментами темы, необходимо найти ответы самостоятельно или зафиксировать свои вопросы для постановки и уяснения их на самом практическом занятии.

В начале занятия следует задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, поскольку всегда сначала студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия.

В ходе практического занятия каждый должен опираться на свои конспекты, сделанные на лекции или по учебникам и учебным пособиям, на самостоятельно выполненные упражнения по данной теме.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе прослушивания и запоминания лекционного материала, ознакомления с учебной и научной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым практические занятия способствуют получению наиболее качественных знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы. Планы практических занятий состоят из отдельных тем, расположенных в соответствии с рабочей программой изучаемой дисциплины. Каждая тема включает следующие элементы:

- цель проведения занятия;
- теоретические вопросы, необходимые для усвоения темы;
- задания;
- список литературы по теме для подготовки к практическому занятию.

Работа на практических занятиях направленана:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам изучаемой дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (например, аналитических).

В ходе занятий у студентов формируются практические умения и навыки, отраженные в РПД.

Методические материалы к практическим занятиям

ТЕМА 1. СЛОВАРИ И СПРАВОЧНИКИ ПО КУЛЬТУРЕ РЕЧИ. СИСТЕМА СЛОВАРНЫХ ПОМЕТ

Цель – вспомнить классификацию словарей и проверить у студентов умение работать с ними (лексикографическая грамотность).

Основные понятия темы:

Лексикография – раздел науки о языке, занимающийся теорией и практикой составления словарей.
Энциклопедический словарь – книга, содержащая описание научных понятий и терминов, исторических событий, характеристику персоналий из разных областей или определенной области знания.
Лингвистический словарь – книга, содержащая собрание слов (морфем, фразеологизмов и т. д.), расположенных по определённому принципу (как правило, по алфавиту), и дающая сведения об их значениях, употреблении, происхождении, переводе на другой язык и т. п.
Словарная статья – отдельный текст, посвященный языковой единице (слову, морфеме и т. п.) или их группе (лексической группе, гнезду слов и т. п.).
Помета – применяемое в словарях сокращенное указание на какие-либо характерные признаки слова или его употребления.

Задание 1. *Прочитайте и сравните словарные статьи, взятые из разных словарей. Найдите общую и различающую их дополнительную информацию. Объясните, чем вызвано различие.*

ФАЗА – **1.** В геохимии: совокупность однородных частей системы, одинаковых по термодинамическим свойствам (тем, которые не зависят от количества вещества) и отграниченных от других частей поверхностью раздела. В природных процессах минералообразования могут принимать участие газовая Ф., жидкие Ф. и твердые Ф. – металлы. Системы, состоящие из одной Ф., называются однофазными, или гомогенными (напр., раствор различных солей в воде; кристалл кварца без включений; мономинеральная горная порода); состоящие из нескольких Ф. – многофазными, или гетерогенными (напр., раствор вместе с твердым осадком; кристалл кварца с газово-жидким включением; полиминеральная порода). **2.** В исторической геологии: термин, иногда употребляющийся для обозначения времени, соответствующего длительности накопления отложений, составляющих зону как часть яруса. Термин был условно принят в этом значении VIII сессией МГК в Париже в 1900 г., но не стал общепринятым. При изучении четвертичного периода иногда фазой называют время каждого отдельного оледенения и промежутков между ними (*Геологический толковый словарь*[1]).

ФА́ЗА, -ы, *ж.* [нем. Phase< греч. phasis появление (о небесных светилах)]. **1.** Момент, отдельная стадия в ходе развития и изменения чего-н., а также само положение, форма чего-

[1]Геологический толковый словарь [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.edudic.ru/geo/

н. в данный момент; то же, что фазис. *Новая ф. в развитии общества. Луна в первой фазе.***2.***физ.* Величина, характеризующая состояние какого-н. процесса в каждый момент времени. *Ф. колебания маятника. Газообразная ф. вещества.***Фа́зовый** – относящийся к фазе (в 1-м и 2-м знач.), фазам. **3.***эл*. Отдельная группа обмоток генератора. **Фа́зный** – относящийся к фазе, фазам. (Крысин Л. П. Толковый словарь иноязычных слов. М., 2001. С. 810).

ФА́ЗА, -ы, *ж*. **1.** Момент, отдельная стадия в ходе развития и изменения чего-н. (напр. положения планеты, формы или состояния вещества, периодического явления, общественного процесса), а также само положение, форма в этот момент (книжн.). *Первая ф. Луны. Жидкая ф. Газообразная ф. Ф. колебания маятника. Вступить в новую ф. развития.***2.** Отдельная группа обмоток генератора (спец.). || *прил*. **фа́зовый**, -ая, -ое (к 1 знач.) *и***фа́зный**, -ая, -ое (ко 2 знач.). ♦**Фазовые глаголы** – в лингвистике: глаголы со значением начала, продолжения или окончания действия. (Ожегов С. И. и Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. М., 2005. С. 847).

Задание 2. *Познакомьтесь с типами помет, используемых в толковых словарях. Объясните значение всех помет, приведенных в качестве примера.*

ТИПЫ ПОМЕТ ТОЛКОВОГО СЛОВАРЯ

Типы помет	**Примеры помет**	**Значение отсутствия помет**
1. Помета, указывающая на принадлежность к функциональному стилю	*науч., газет., публиц., оф.-дел., разг., книжн*. и др.	Слово межстилевое
2. Помета, указывающая на сферу употребления слова	*обл., прост., жарг.*, *спец*. и др.	Слово общеупотребительное
3. Помета, указывающая на принадлежность к активному / пассивному запасу	*устар., ист., арх*., *нов*. и др.	Слово принадлежит к активному запасу
4. Помета, указывающая на эмоционально-экспрессивную окраску слова	*ласк., ирон., шутл., унич., бран., пренебр., высок., неодобр.* и др.	Слово нейтральное

Задание 3.*Прочитайте словарные статьи, извлеченные из толкового словаря современного русского языка. Укажите пометы и объясните, что они означают.*

Аборигéн, -а, *м.* (книжн.) – коренной житель страны, местности. || *ж*. **аборигéнка** (разг.)

Грамотéй, -я, *м.* (устар. и ирон.) – грамотный человек.

Деяние, -я, *ср.* (высок. и спец.) – действие, поступок, свершение.

Женáтик, -а, *м.* (прост. шутл.) – женатый человек (обычно о молодожене).

Иждивéнчество, -а, *ср.* (неодобр.) – стремление во всем рассчитывать не на свои силы, а на помощь других, вообще жить за чужой счет.

Карапýз, -а, *м.* (разг. шутл.) – толстый, пухлый малыш.

Кляча, -и, *ж.* (разг. пренебр.) – плохая (обычно старая) лошадь.

Лéнчик, -а, *м.* (спец.) – деревянная основа седла.

Матéрщина, -ы, *ж., собират.* (прост. груб.) – неприличная брань.

Мúшка, -и, *м.* (разг. ласк.) – то же, что медведь.

Небезызвéстный, -ая, -ое; -тен, -тна (обычно ирон.) – достаточно, хорошо известный.

Неулыба, -ы, *м.* и *ж.* (обл. и прост.) – человек, который редко улыбается, неулыбчив.

Новоде́л, -а, *м.* (разг.) – здание, сооружение, построенное на месте уничтоженного, исчезнувшего и воспроизводящее его прежний внешний вид.

Нувори́ш, -а, *м.* (книжн. презр.) – богач, наживший свое состояние на социальных переменах или бедствиях, на разорении других.

Общепи́т, -а, *м.* (офиц.) – сокращение: общественное питание – отрасль народного хозяйства, занимающаяся производством и продажей готовой пищи и полуфабрикатов. || *прил.***общепи́товский**, -ая, -ое (разг.).

Остоло́п, -а, *м.* (прост. бран.) – глупец, болван.

Отчи́зна, -ы, *ж.* (высок.) – отечество, родина.

Побо́ры, -ов. **1.** Чрезмерные, непосильные налоги или сборы (устар.). **2.** *перен*. Неофициальные сборы средств на что-нибудь (разг. неодобр.).

Предуве́домить, -млю, -мишь; -мленный; *сов.*, *кого-что* (устар. и офиц.) – заранее уведомить.

Риста́лище, -а, *ср.* (стар.) – площадь для гимнастических, конных и других состязаний, а также само такое состязание.

Сва́ра, -ы, *ж.* (прост.) – шумная перебранка, ссора.

Торга́ш, -а, *м.***1.** То же, что торговец (устар. неодобр.). **2.***перен*. Человек, который выше всего ставит свою выгоду, корысть, личный интерес (презр.).

Умка, -и, *м.* (обл.) – белый медведь.

Упова́ние, -а, *ср.* (книжн., часто ирон.) – то же, что надежда.

Ха́м, -а, *м.* (презр. и бран.) – грубый, наглый человек.

Задание 4. *Познакомьтесь с пометами, используемыми в орфоэпических словарях, словарях грамматических трудностей и т. п. Какие пометы указывают на императивную норму, а какие на диспозитивную? Запишите их в предложенную ниже таблицу.*

НОРМАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛОВ[2]

Словарь является не просто нормативным, а ставит своей задачей показать литературную норму во всем многообразии ее проявлений. В отличие от большинства нормативных словарей, словарь отражает и такие факты речи, которые считаются неверными с точки зрения литературной нормы. Все запретительные пометы, которые характеризуют неверные варианты, снабжаются значком «восклицательный знак» (!). В Словаре используются ясные и общедоступные способы нормативной оценки вариантов.

1. Равноправные варианты соединяются союзом *и*:

ба́рхатка*и*бархо́тка;

ведёрцев *и* ведёрец.

При этом на первом месте помещается обычно традиционный вариант, более частотный в употреблении.

2. Помета «допустимо» (*и доп.*) свидетельствует о том, что оба варианта соответствуют нормам литературного языка. Естественно, что предпочтителен вариант,

[2] Орфоэпический словарь русского языка для школьников / Сост. О. А. Михайлова. Екатеринбург: У-Фактория, 2002. С. 6-8.

помещённый на первом месте. Такая помета используется, как правило, применительно к новым, входящим в норму вариантам ударения, произношения и грамматическим формам. Например:

бредо́вый*и доп.*бредово́й;

белёсый *и доп.*беле́сый;

ма́шет*и доп.*маха́ет.

3. Помета «допустимо устаревшее» (*доп. устар.*) означает, что второй вариант, хотя и находится в пределах литературной нормы, всё реже встречается в речевой практике, постепенно утрачивается, переходя в пассивный языковой фонд. Например:

ворва́лся*и доп. устар.* ворвался́

вспе́ненный, -ая, -ое, *кратк. ф.*вспе́нен, вспе́нена*и доп. устар.*вспенённый, вспенён, вспенена́

бу́до[чн]ик*и доп. устар.*бу́до[шн]ик.

4. Помета «не рекомендуется» (*не рек.*) применяется в тех случаях, когда отмеченный ею вариант в данное время не признаётся нормативным. Однако его широкое употребление в современной речи и соответствие общим тенденциям языкового развития не исключают возможности признания этого варианта литературной нормой в будущем. Например:

бало́ванный ! *не рек.*ба́лованный;

вручу́т ! *не рек.*вру́чит;

гру́фели, -ей ! *не рек.* грифеля́, -е́й.

5. Помета «не рекомендуется устаревшее» (*не рек. устар.*) означает, что снабжённый ею вариант, ныне находящийся за пределами нормы, представляет собой бывшую норму. Например:

горшо́чек, горшо́чка ! *не рек. устар.*горше́чек;

да́рит ! *не рек. устар.* дару́т.

6. Помета «неправильно» (*неправ.*) служит для предупреждения распространённых речевых ошибок. Например:

вы́боры, вы́боров ! неправ. выбора́, выборо́в;

компромету́ровать, -рую, -рует ! неправ. компроме[н]ту́ровать

Рекомендательные пометы	Запретительные пометы

ТЕМА 2. ОРФОГРАФИЧЕСКИЕ И ПУНКТУАЦИОННЫЕ НОРМЫ

Цель – повторить основные правила орфографии и пунктуации русского языка.

Основные понятия темы:

Орфографические нормы – это правила написания слов.
Пунктуационные нормы – это правила расстановки знаков препинания.

Задание 1.*Повторите правописание гласных (безударных и чередующихся) и согласных в корне слова. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы. Расставьте знаки препинания. Объясните свой выбор.*

Я р…шил в…рнуться д…мой. Быстрыми шагами я прошел зар…сли кустов. У моих ног т…нулась р…внина а дальше ст…ной возвышался мрачный лес. Я осм…трелокрес…ность и спустился с х…лма. Высокая тр…ва на дне д…лины б…лела р…вной скат…ртью. Я вышел на опушку и пошел полем. Трудно было проб…раться по у…кой тр…пинке. Кругом р…сла высокая ро…ь. Н…чная птица промчалась и к…снулась меня св…им крылом. В т…шине глухо разд…вались мои шаги. Но вот на в…чернем небе стали заж…гаться звезды. Забл…стел серп м…л…догомес…ца. Теперь я узнал д…рогу и предпол…гал что через час буду дома.

Задание 2.*Повторите правописание приставок. Перепишите предложения, вставив пропущенные буквы. Расставьте недостающие знаки препинания при однородных членах предложения.*

Перед самым селом п…р…езжаем речку вброд. На спуске перед церковью ра…ливается море сарафанов мужицких голосов. Народ все пр…бывает мужики в пиджаках ребятишки со свистульками, на ра…пряженных телегах сидят пр…старелыепр…езжие. Над колокольнями белеют верхи палаток, а над ними – облака, и падают вьются стрелами свищут в воздухе стрижи.

Медленно пр…бираясь в ра(с, сс)тупившейся толпе, по…ъезжаем к ограде пр…вязываем лошадей. На дощатом пр…лавке ра…ложены картинки и книги, и мещанин-пр…давец по…совывает календари и книги с з…манчивыми названиями. Всё смех и ржанье лошадей крик бабы, ругающей мужика, (с, з)ливается в один ярмарочный гул. За время работы ярмарки хочется успеть (с, з)делать многое пр…смотреть липового меда п…дешевле п…торговаться в свое удовольствие пр…купить гостинцев родным.

В обед негаданно с…бирается туча, и дождь, по…нимая пыль, барабанит по усыпанной по…солнечной шелухой дороге. Но летний дождь быстро пр…ходит, и яркая радуга, упершись в реку, широким полотенцем ра…кидывается над ярмаркой. С ярмарки народ ра…ъезжается только после обеда. (По И. Соколову-Микитову)

Задание 3.*Повторите правописание Ъ и Ь (учтите разные функции Ь). Перепишите, вставив, где необходимо, пропущенные буквы.*

Пред…юбилейное мероприятие, обжеч…ся огнем, решил удалит…сяпроч…, кофе был горяч…, достан…те багаж…, чувствовать гореч… неудач…, выть по-волч…и, любител…скаякинос…емка, должность камен…щика, выйти замуж… осен…ю, береч… здоров…е, сроч…ный заказ, лечить кон…юнктивит, уловить фал…ш… в голосе, трех…этажный павил…он, заменить мед…ю, назнач…те время трех встреч…, с…еш… во время лан…ча, следить за своей реч…ю, купает…ся в реке, оформиш… пен…сию, остав…те антиквару старинную брош…, четырех…ядерный процессор, волосы до плеч…, сер…езныйкомпан…он, умнож…те полученный резул…тат, он хорош… собой, выявить из…ян, декабр…ские морозы, с…агитировать на выборы, коротко стрич…ся, сверх…естественный об…ект, боиш…ся ос…минога, неб…ющаяся вещ…, об…емный текст п…есы, не забуд…те плащ…, невтерпеж… ждать, раз…яренный бык, разрабатывать кар…ер.

Задание 4.*Повторите правописание Н и НН в причастиях, прилагательных и образованных от них формах. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и расставив недостающие знаки препинания при причастных оборотах. Причастные обороты подчеркните.*

Было нестерпимо холодн…о, и даже не верилось, что днем придется жариться в раскален…ом пекле. Среди потрескавшихся от зноя пород обнаруживаются словно бы отполирован…ые плиты гранита. В этом заброшен…ом неповторимом уголке необозримой пустыни существование человека – никогда не прекращающееся сражение с природой. Палатки кочевников соседствуют с домами сложен…ыми из обожжен…ого кирпича.

Снаружи жилище покрывает сетка сплетен…ая из жесткой травы. Узор наносится и на пленку, которой палатка скрепляется изнутри.

Все палатки украшен…ы под цвет камен…ых глыб. Комнаты соединен…ы переходами из плетен…ых циновок. Все разложен…о аккуратн…о, повсюду чистота. Сбоку вышел мужчина в незаменимом традицион…ом облачении. На нем накидка казавшаяся накрахмален…ой. Бросался в глаза и меч повеш…н…ый к поясу.

Геолог подходит к карте разукрашен…ой цветными пометками. Все, что нанесен…о на нее, – плод трудн…ых поисков в горах прокален…ых солнцем. Новые месторождения открывают разведчики недр. (По Б. Фетисову)

Задание 5.*Повторите правописание НЕ и НИ с разными частями речи. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и раскрыв скобки.*

Нет (н…)чего лучше Невского проспекта, по крайней мере в Петербурге. Чем (н…)блестит эта улица – красавица нашей столицы! Я знаю, что (н…)один из бедных чиновных ее жителей (н…)променяет на все блага Невского проспекта. Да и кому же он (н…)приятнен? Здесь единствен…ое место, где показываются люди (н…)по(н…)обходимости, куда загнала их надобность и меркантильный интерес, об…емлющий весь Петербург. Здесь житель Петербургской или Выборгской части, (н…)сколько лет (н…)бывавший у своего приятеля в Песках или у Московской заставы, может быть уверен, что встретится с ним (н…)пр…мен…о.

Можно сказать решительно, что в это время, то есть до двенадцати часов, Невский проспект (н…)составляет (н…)(для)кого цели, он служит только средством: он постепен…о заполняется лицами, имеющими свои занятия, свои заботы, свои досады, но вовсе (н…)думающими о нем. В это время, что бы вы на себя (н…)надели, хотя бы даже вместо шляпы был картуз у вас на голове, хотя воротнички слишком высунулись из вашего галстука, – (н…)кто этого (н…)заметит. (по Н. В. Гоголю)

Задание 6.*Повторите правописание наречий и частиц. Перепишите текст, вставив пропущенные буквы и раскрыв скобки. Вставьте недостающие знаки при деепричастных оборотах. Деепричастия подпишите.*

Лето выдалось знойное и сокрушило все. Земля иссохла, прокалилась до того, что ящерицы (не)боясь (ни)кого прибегали на порог с отчаянно колотящимися глотками, лиш…(бы) куда(нибудь) спрятаться. А коршуны забирались (в)высь и (на)долго умолкали в горящем мареве.

И ребят непоседливых сморила (не)померная жара. Они прятались от нее под стенами домов выглядывая (из)редк… (от)туда на проходящие мимо них пассажирские и товарные поезда. Когда у разъезда составы сбавляли ход, детям казалось, что уж… этот(то) поезд

притормозит и остановится. Они бежали за ним (в)догонку заслоняясь ручонками от солнца и (по)детски наивно надеясь укатить из пекла.

Тяжко было смотреть, с какой завистью и печалью малыши глядели (в)след уходящим в неизвестность, (на)стеж… раскрытым вагонам. Пассажиры выглядывали из открытых окон, то(же) сходили с ума от духоты и мечтали о том, что(бы) (на)утро очутиться там, где прохладные реки и зеленые леса. Вряд(ли) они задумывались о том, что жара может задержаться… (По Ч. Айтматову)

Задание 7.*Повторите правила постановки знаков препинания в сложных предложениях. Перепишите предложения, расставив знаки препинания. Обратите особое внимание на пунктуацию при однородных и обособленных членах предложения. Подчеркните грамматические основы.*

1. Сначала соседи смеялись между собою над высокомерием Троекурова и каждый день ожидали чтоб незваные гости посетили Покровское где было им чем поживиться но наконец принуждены были с ним согласиться и сознаться что и разбойники оказывали ему непонятное уважение. (А. С. Пушкин)
2. Раза три в год Финский залив и покрывающее его серое небо нарядятся в голубой цвет и млеют любуясь друг другом и северный человек едучи из Петербурга в Петергоф не насмотрится на редкое чудо млеет в непривычном зное и все заликует дерево цветок и животное. (И. А. Гончаров)
3. Я писал вам как мы гонимые бурным ветром дрожа от холода пробежали мимо берегов Европы как в первый раз пал на нас у подошвы гор Мадейры ласковый луч солнца и заплескали голубые волны засияли синие небеса как мы жадно бросились к берегу погреться горячим дыханием земли. (И. А. Гончаров)
4. Иногда бывает что облака в беспорядке толпятся на горизонте а солнце прячась за них красит их и небо во всевозможные цвета в багряный оранжевый золотой лиловый грязно-розовый. (А. П. Чехов)
5. Направо темнели холмы налево все небо было запито багровым заревом и трудно было понять был ли то пожар или же собиралась всходить луна. (А. П. Чехов)
6. Живя здесь я реже попадался на глаза отцу и его гостям и мне казалось что если я живу не в настоящей комнате и не каждый день хожу в дом то слова отца что я сижу у него на шее звучат уже как будто не так обидно. (А. П. Чехов)
7. Он пел и от каждого звука его голоса веяло чем-то родным и необозримо широким словно знакомая степь раскрывалась перед нами уходя в бесконечную даль. (И. С. Тургенев)
8. Большая низкая лампа с непрозрачным абажуром стоящая на письменном столе горела ясно но освещала только поверхность стола да часть потолка образуя на нем дрожащее круглое пятно света в остальной комнате все было в полумраке в нем можно было разглядеть только шкаф с книгами большой диван еще кое-какую мебель. (В. Гаршин)
9. Куда ни обращаешь взор всюду как будто встречаешь быстро удаляющийся образ лета которое время от времени оборачивается назад и бросает прощальную меланхолически-задумчивую улыбку. (Д. Григорович)
10. А на него посмотришь и кажется что вся эта земная деятельность для него только лишь забава и ею занят он пока а настоящие его заботы где-то впереди куда порою устремлялись его бойкие но как бы неживые оловянного блеска глаза. (Ф. Сологуб)

11. На седом фоне тумана ближайшие сосны однотонно плоско и неясно вырисовываются своими прямыми и голыми стволами и в их неподвижности среди этой голубой тишины и среди этого холодного тумана чувствуется что-то суровое печальное и покорное. (А. И. Куприн)

ТЕМА 3. АКЦЕНТОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить характеристику русского языка, составить собственный акцентологический словарь при выполнении упражнений[3].

Основные понятия темы:

Акцентологические нормы – это правила постановки ударения в слове.
Омонимы – слова, у которых от постановки ударения зависит значение.

Задание 1.*Расставьте ударения в следующих словах. Укажите варианты постановки ударения (например, ста́ртер и стартёр):*

1) Асимметрия, блага, кулинария, столяр, добыча, плато, диоптрия, творог, средства, шофер, туфля, эксперт, кремень, страховщик, нефтепровод, маркетинг, шасси, христианин, рассредоточение, досуг, жалюзи, танцовщица, шарфы, торты, искра, бармен, вероисповедание, квартал, симметрия, диспансер, обеспечение, склады, таможня, щебень, баржа, алкоголь, индустрия, приговор, генезис, договор, свекла, бижутерия, каталог, ходатайство,километр, пережитое, хвоя, полиграфия, ортопедия, пиццерия, стюард, овен, упрочение (*имена существительные*).

2) Асбестовый, совестливый, мизерный, оптовый, мастерски, украинский, втридорога, важно, тотчас, просмотровый, завидно, правы, давнишний, стары, одновременный, красивее, красивейший, равны, семестровый, счастливо, досыта, иначе, поутру, начерно, зубчатый (*имена прилагательные и наречия*).

3) Аранжировать, заржаветь, нормировать, убыстрить, заплесневеть, новорожденный, опошлить, баловать, балованный, расклешенный, дарит, включишь, включенный, копировать, повторишь, понял, звонит, закупорить, начался, начатый, положить, положил, вручит, врученный, доложишь, облегчить, осведомиться,премировать,черпать, ободрить, пломбировать, вогнутый, вскружит, буксировать, скрещенный, разрыхлить, плодоносить, наклоненный, окислить (*глагольные формы*).

Задание 2.*Поясните, как зависит значение от постановки ударения в следующих словах (омонимах):*

Глазки, замок, рожки, выкупать, ирис, характерный, полки, хлопок, мука, вычитать, орган, видение, острота, трусить, свойство, гвоздики, бронировать, кредит, угольный, правило, провидение, полнить, лавровый, электрик.

Например: пла́чу (1 лицо ед. число от глагола «плакать») – плачу́ (1 лицо ед. число от глагола «платить»).

---

[3] При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем трудностей при постановке ударения.

Задание 3. *Прочитайте предложения, обращая внимание на постановку ударения в подчёркнутых словах. Составьте по аналогии свои предложения, использовав любые слова из* ***задания 1*** *и / или* ***2****.*

1. В последнем кварталеэтого года экспертыодной из фирм заключили выгодный договор на прокладку газопровода**,** за что были премированы. 2. Для обеспечениездорового образа жизни исключите из своего рациона арахис, тортыи алкоголь, а включите в него творог, свеклу и щавель. 3. В мебельном отделе нашего торгового центра вы можете приобрести красивейшиекухонныегарнитуры по оптовым ценам.

ТЕМА 4. ОРФОЭПИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить правила транскрибирования слов, выявить основные трудности в плане произношения, составить собственный орфоэпический словарь при выполнении упражнений[4].

Основные понятия темы:

Орфоэпические нормы – это правила произношения слов. **Транскрипция** – графическая запись того, как произносится слово (всегда в квадратных скобках).

Задание 1.*Отметьте правильное произношение сочетания ЧН в следующих словах. Распределите слова на три группы:*

[шн]	**[шн]** и **[чн]**	**[чн]**

1) Шуточный, копеечный, отличник, девичник, будничный, булочная, очечник, полуночник, нарочно, прачечная, скучно, скворечник, горчичник, Фоминична, яичница, достаточно, порядочный, горничная, Никитична, двоечник, пустячный, Ильинична, конечно, спичечный, подсвечник, Кузьминична.

2) Шапочный мастер – шапочное знакомство, сердечные капли – друг сердечный, подаренная перечница – чертова перечница.

Задание 2. *Отметьте правильное произношение согласного перед Е в следующих словах. Распределите слова на три группы:*

Твёрдое произношение	**Варианты**	**Мягкое произношение**

Автосервис, дефис, агрессия, дендрарий, бухгалтер, депрессия, гарем, термин, шинель, термос, патент, сессия, тенденция, рейд, газель, дезодорант, фанера, Одесса, академия, бизнесмен, деградация, менеджер, музей, деканат, темперамент, тезис, аксессуары, протекция, бандероль, гипотеза, детектив, кредо, бассейн, экспресс, дедукция, декада, темп, терапевт, дефицит, интервал, дебаты, рельсы, ниппель, компетентный, дезинформация, пресса, цистерна, стратегия, тренинг, сенсорный, сейф, портмоне.

[4]При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем трудностей произношения.

Задание 3.*Прочитайте слова, обращая внимание на произношение ударного звука, обозначенного буквой Е:*

1) Острие, поблекший, афера, хребет, оседлый, одноименный, маневренный, опека, жернов, желчь, блеклый, желоб, безнадежный, бытие, повлекший, жердочка, никчемный, гладкошерстный, гашеный, недоуменный.

2) Именительный падеж – падеж скота;

Истекший срок – истекший кровью;

Кричит как оглашенный – оглашенный приговор;

Совершенные пропорции – совершенные поступки;

Крестный ход – крестный отец.

Задание 4.*Прочитайте слова, обращая внимание на произношение выделенных согласных:*

1) Ма**сс**а, су**рр**огат, гру**пп**а, гри**пп**, те**рр**аса, а**тт**естат, ко**лл**ега, мета**лл**, су**мм**а, а**нн**отация, криста**лл**, оди**нн**адцать, и**лл**юзия, ва**нн**а, апе**лл**яция, ка**сс**а, га**лл**юцинация, не**тт**о.

2) Дро**жж**и, бу**хг**алтер, по**зж**е, во**жж**и, и**зж**арить, вы**жж**енный, пе**сч**аный, и**зж**ить, ра**зж**ать, же**стч**е, ни**зш**ий, до**жд**и, ре**зч**е, ви**зж**ать, и**зж**ога, ма**сш**таб, мо**жж**евельник, бе**зж**изненный, ра**сч**ет, съе**зж**у, прие**зж**ай.

Задание 5*.*Прочитайте следующий текст, обращая внимание на правильное произношение и постановку ударения в подчёркнутых словах:*

Примером успешного ведениябизнеса в различных отраслях экономики является деятельность фирмы «Mihail-tur». За 11 лет ее существования удалось сформировать коллективпрофессионалов из высококвалифицированныхменеджеров, компетентныхэкспертов, торговых агентов. Компании принадлежат две трети долейуставного фонда АО «Лейбл-мастер», владельца одного из крупнейших торговых центров города. Занимаясь оптовым поставкам подростковой одежды, фирма поддерживает связи с модельнымиагентствами, что позволяет обновлять коллекции на 15 процентов каждый квартал. С ассортиментом одежды можно познакомиться по объемному каталогу, размещенному на корпоративном интернет-сайте. Руководство фирмы заявило о намерениуглубить это направление, для чего налаживаются связи с другими поставщиками, проводятся маркетинговыеисследования с целью изучения конъюнктуры рынка в трех крупнейших областях региона. В планы компании входит также сосредоточение средств в области дорожного строительства. Начата подготовка к тендернымторгам, намеченным на первую декаду ноября, к участию в которых приглашаются компании, заинтересованные в строительстве современного путепровода.

ТЕМА 5. СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить состав слова, научиться находить в предложениях ошибки, связанные с неверным образованием слова.

Основные понятия темы:

Словообразовательные нормы – это правила образования новых слов.

Задание 1.*Найдите в предложениях слова, в которых нарушена словообразовательная норма, запишите их. Выделите неправильно выбранную часть слова (приставку, суффикс). Исправьте допущенные ошибки.*

1. Завесьте, пожалуйста, килограмм помидоров с витрины. **2.** Студенты в очередной раз немного запоздали на лекцию. **3.** Уважаемые пассажиры, проходите по-быстрому в середину вагона или садитесь взади. **4.** Он был коренным курчанином и после учебы в Москве вернулся в родной Курск. **5.** Чтобы сдать зачет, важно завсегда посещать занятия. **6.** Одна из самых актуальных проблем современной России – это взятничество в государственных учреждениях. **7.** После концерта микрофоны со сцены надо будет перенести взад. **8.** Многие кавказские народы отличает их гостеприимчивость. **9.** Моя жизнь в этом году была наполнена заботами о заканчивании школы и поступлении в университет. **10.** Сегодня у первого курса была лекция по химии заместо высшей математики.

ТЕМА 6. ЛЕКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить основные типы речевых ошибок, связанных со значением слова.

Основные понятия темы:

Лексические нормы – это правила употребления слова в точном значении, которое закрепилось в литературном языке и зафиксировано в толковых словарях.

Паронимы – это слова однокоренные, близкие по форме, но абсолютно разные по значению.

Речевая избыточность – это употребление лишних слов (тавтология, плеоназм).

Лексическая сочетаемость – это способность слова соединяться с другими словами по значению.

Жаргонизм – слово, свойственные для речи той или иной социальной, профессиональной группы людей.

Фразеологизм – устойчивое словосочетание, смысл которого не определяется значением отдельно взятых слов

Задание 1.*Объясните разницу в значении приведенных ниже паронимов. Составьте с каждым из них словосочетание, подобрав подходящее по смыслу слово.*

Осудить – обсудить, удачливый – удачный, соседний – соседский, жилой – жилищный, поступок – проступок, опечатки – отпечатки, командированный – командировочный, усвоить – освоить, эффектность – эффективность, невежа – невежда, представить – предоставить, цельный – целый, искусный – искусственный, практический – практичный; гуманный – гуманистический – гуманитарный; плодовитый – плодовый – плодотворный, экономический – экономичный – экономный.

Задание 2.*Найдите в следующих предложениях избыточные словосочетания, выпишите их. Объясните причину избыточности, указав на лишнее слово (или лишние слова).*

1. При входе в «Копирус» висит прейскурант цен на предлагаемые услуги. **2.** Уезжая из Москвы, мы купили памятные сувениры в киоске у вокзала. **3.** Для преподавателя важно то, какие взаимоотношения друг с другом сложились между студентами в группе.

4.Неприятно резал слух голос, доносившийся из конференц-зала. **5.** Депутату приходится встречаться со всеми социальными слоями общества.

Задание 3.*Найдите в следующих предложениях иноязычные по происхождению слова, которые употреблены в неточном значении. Запишите свой вариант исправления.*

1. Рабочий станка допустил целый ряд дефектов при изготовлении деталей. **2.** Пейзаж Екатеринбурга за последние десять лет обогатился современными постройками, хотя многие памятники архитектуры и были реконструированы до основания. **3.** В целях профилактики основное внимание уделяется ранним проявлениям, т. е. дебюту гриппа. **4.** Для окон актового зала мы долго искали гардины длиной 4 метра, а уже потом подбирали шторы в тон стен. **5.** В январе состоялся бенефис талантливого исполнителя: он впервые выступал на профессиональной сцене.

Задание 4.*Найдите в следующих предложениях нарушения правил лексической сочетаемости слов. Запишите свой вариант исправления.*

1.Грамотный руководитель должен показывать образец своим подчиненным. **2.**Нововведения сыграли важное значение в развитии горного комбината. **3.** Красочное оформление детских книг издательства «Эгмонт» должно вызвать внимание и заинтересовать покупателей. **4.** Новогодний спектакль в Театре кукол оказал на детей большое впечатление. **5.** Первую лекцию по геологии в этом году провел молодой преподаватель.

Задание 5. *Найдите в предложениях жаргонные, просторечные, разговорные слова, замените их литературным вариантом и запишите исправленный вариант.*

1. Несколько студентов до сих пор не отнесло хвостовки в деканат. **2.** В центре Екатеринбурга забабахали очередную свечку. **3.** Я считаю, что необходимо избавляться от любой нецензурщины в нашей речи. **4.** После окончания вуза мы решили замутить свой бизнес, решив, что в этом деле нам по-любому повезет. **5.** Работяги привыкли вкалывать на заводе от зари до зари.

Задание 6. *Исправьте в следующих предложениях речевые ошибки, вызванные неправильным употреблением фразеологизма.*

1. Михаил на публике говорит очень убедительно, язык у него хорошо подвязан. **2.** Туристам кинулась в глаза красота уральской природы. **3.** Его обещания рубля ломаного не стоят. **4.** Об умельцах у нас говорят: «Они в своем деле коня подковали». **5.** К сожалению, студенты редко сейчас грызут камень науки по-настоящему.

Задание 7*.*Найдите и исправьте в следующих предложениях речевые ошибки. Запишите правильный вариант.*

1. Норвежские спортсмены по-прежнему остаются нашими самыми серьезными оппонентами в биатлоне. **2.** В своей работе руководители горных предприятий руководствуются новейшей научной и методической литературой. **3.** Многодетным семьям, чтобы жить достойно, приходится искать несколько истоков доходов. **4.** Обычно мы общаемся, не придавая важности невербальным средствам коммуникации. **5.** Екатеринбургская Епархия активно распространяет душевную литературу. **6.** Продукты Черкашинского мясокомбината пользуются авторитетом у покупателей. **7.** Исправьте

ошибки в контрольной работе так, чтобы было правильно. **8.** Все места на парковке были заняты, и поэтому много машин толпилось на обочине. **9.** К маю ветераны ВОВ получили очередную добавку к пенсии. **10.** После собеседования она сказала, что на должность промоутера брали только смазливых молодых людей. **11.** В прошлом году выдался неурожайный год в плане картошки. **12.** Ребенок с рождения имитирует поведение родителей. **13.** На Неделе первокурсника нам сразу выдали студики и зачётки. **14.** Команда нашего факультета заняла первенство в смотре художественной самодеятельности. **15.** После первых же дней изнурительной работы на Севере очень хотелось вернуться назад домой.

ТЕМА 7. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – вспомнить правила определения рода у существительных и аббревиатур, особенности несклоняемых существительных, образования некоторых грамматических форм разных частей речи и научиться исправлять ошибки, связанные с их неверным образованием (все это с опорой на учебную литературу и словари[5]).

Основные понятия темы:

Морфологические нормы – это правила образования грамматических форм слова.

Задание 1. *Определите род у следующих существительных и аббревиатур. Подберите к ним подходящие по смыслу прилагательные (или причастия), учитывая правила синтаксического согласования.*

1) Атташе, авеню, адвокат, амплуа, ассорти, аэрозоль, белоручка, бра, безе, боа, боди, бродяга, видео, визави, врач, выскочка, гну, гуру, денди, доцент, евро, жалюзи, жюри, зануда, иваси, какаду, кантри, каре, кашне, кенгуру, киви, кимоно, колибри, коллега, колли, кольраби, кофе, крупье, кутюрье, лама, левша, манго, мартини, маэстро, меню, миледи, монпансье, недоросль, непоседа, ниндзя, пани, пари, педагог, пенальти, пенсне, пони, преподаватель, протеже, профессор, растяпа, резюме, рефери, сабо, салями, сирокко, спагетти, табу, такси, тамада, танго, толь, торнадо, турне, тюль, фламинго, фрау, хачапури, хиппи, цеце, цунами, шасси (*склоняемые и несклоняемые существительные*).

2) Айдахо, Бали, Борнео, Гоби, Дели, Калахари, Капри, Килиманджаро, Колорадо, Лимпопо, Мехико, Миссисипи, Онтарио, Сорренто, Тбилиси, Толедо, Чили (*имена собственные*).

3) АО, АТС, БАМ, бомж, ВТО, вуз, ГАЗ, ГОК, ГУМ, ДК, дот, ДСП, ДТП, жэк, колхоз, КПП, ЛДПР, МВД, МИД, НИИ, НХЛ, НЭП, общепит, ООН, ПК, полпред, СЕ, СМУ, СНГ, СССР, ТАУ, ТВ, ТРЦ, УЗТМ, ФГБОУ, ФМС, ФСБ, ЦУМ (*аббревиатуры*).

Задание 2. *Определите род у следующих сложносоставных существительных. Составьте с ними словосочетания* ***прил. + сущ.***

Диван-кровать, музей-квартира, генерал-губернатор, плащ-палатка, идея-фикс, конференц-зал, жар-птица, кафе-столовая, чудо-человек, матч-реванш, салон-парикмахерская, программа-максимум, женщина-космонавт, альфа-излучение, ракета-носитель, премьер-министр, кофе-пауза.

---

[5] При выполнении заданий пользуйтесь орфоэпическим словарем или словарем грамматических трудностей.

Задание 3. *Определите, какие фамилии при заполнении бланка письма или заявления будут склоняться, а какие нет. Обращайте внимание на пол человека. Запишите эти имена и фамилии в нужном падеже.*

Кому:

Сергей Левченко, Александр Живаго, Елена Сверчук, Анна Шевченко, Константин Ярош, Татьяна Чубинец, Вероника Лежава, Андрей Горенко, Борис Станкевич, Виталий Воробей, Ирина Шевчук, Иван Миклухо-Маклай, Виктор Доброво, Владислав Карамыш, Анна Диоп, Андрей Кожемяк, Мария Мицкевич, Петр Галаган, Маргарита Венда, Вадим Черных.

От кого:

Николай Черныш, Наталья Седых, Светлана Карась, Семен Фоменко, Лев Щерба, Сергей Соловьев-Седой, Александр Максимаджи, Екатерина Франюк, Леонид Березняк, Юлия Родных, Максим Жук, Алёна Ремесло, Николай Стрижак, Наталия Черных, Марат Ардзинба, Вера Ноздреватых, Виктория Приходько, Евгений Столпнер, Кирилл Шапиро, Станислав Горбачевич.

Задание 33. *Заполните таблицу следующими существительными, в зависимости от того, как у них образуется форма именительного падежа множественного числа.*

Окончание **–а/ –я**	Окончание **–ы/ –и**	Варианты **–а/ –я** и **–ы/ –и**

*Отдельно укажите существительные, у которых от выбора окончания в этой форме зависит значение (например, ордер**а** – «документы» и ордер**ы** – «элементы в архитектуре»).*

1) Брелок, бухгалтер, ветер, вексель, возраст, герб, год, директор, договор, жемчуг, инженер, инспектор, клин, колос, купол, лектор, медвежонок, небо, окорок, офицер, отпуск, пандус, паспорт, плинтус, почерк, прииск, прожектор, профессор, ребенок, редактор, сектор, семя, слесарь, столяр, сторож, табель, токарь, тополь, трактор, хозяин, цех, чудо, шило, шофёр, штемпель.

2) Корпус, лагерь, образ, повод, полоз, полутон, провод, пропуск, прут, тормоз, хлеб.

Задание 4. *Образуйте форму родительного падежа множественного числа от следующих существительных. Отметьте наличие вариантов (например, ла́сты – ла́ст**ов** и ла́ст□).*

Армяне, апельсины, басни, блюдца, болгары, ботинки, брызги, буряты, валенки, гардемарины, гектары, граммы, грузины, дела, деньги, джинсы, заморозки, казахи, калории, кастрюли, килограммы, клавиши, комментарии, макароны, мандарины, мечты, микроны, мокасины, носки, осетины, партизаны, перила, перипетии, петли, плечи, полотенца, поместья, помидоры, просьбы, развилки, рельсы, русла, сани, сапоги, сбои, свадьбы, сваи, свечи, серьги, солдаты, тапочки, тиски, турки, туфли, цыгане, чукчи, чулки, южане, юнги, яблоки, ясли.

Задание 5. *Раскройте скобки, заменяя цифровые обозначения словами, правильно определяя падеж числительных и существительных.*

1. Выборы в Государственную Думу состоялись в (358 округов). **2.** Появилась серия вспомогательных пособий с (5 735 чертежей). **3.** Теплоход с (657 отдыхающих) плыл вниз по Волге. **4.** За время последней экспедиции мы прошли свыше (2 580 километров). **5.** Нарушения техники безопасности были выявлены на (4 893 предприятия).

Задание 6. *Исправьте неверное употребление числительных в следующих предложениях:*

1. Лекция по философии будет прочитана для обоих студенческих групп. **2.** Мать-героиня воспитала семерых сыновей и четверых дочерей. **3.** Забор тянулся по обоим сторонам улицы и ограничивал движение. **4.** Двоих подруг она уже встретила по приезде в родной город. **5.** Главные достопримечательности Санкт-Петербурга расположены по обеим берегам Невы.

Задание 7.*Выпишите из предложений неправильно образованные грамматические формы. Запишите исправленный вариант.*

1. Всем стало понятно, что ейное предложение по реконструкции здания не будет одобрено. **2.** После второго матча наша команда оказалась в более лучшем положении. **3.** Староста пожаловалась преподавателю, что наша группа не влазиет в аудиторию 3519. **4.**Съездя в другой город, она поняла, как хорошо на родине. **5.** Ремонтники уже второй месяц не могли сменить треснутое стекло в окне. **6.** Он схватился за канат двумями руками. **7.** Хозяйка встретила гостей в бигудях и халате. **8.** Наши альпинисты покорили самые высочайшие вершины мира. **9.** Я надеялся, что к началу сессии выздоровлю. **10.** В этот раз студенты справились с заданием еще более хуже.

Задание 8. *Найдите нарушения морфологических норм. Запишите исправленный вариант предложений.*

1. Новый преподаватель кажется более образованнее. **2.** Студенческое общежитие находится в полтора километрах от здания университета. **3.**ФНС был создан как федеральный орган исполнительной власти. **4.** В магазине «Лео-строй» разнообразные варианты цветных жалюзей. **5.** Куратор совсем не интересовался ихними проблемами в учебе. **6.** МВФ выделило очередной транш в 1,5 миллиарда долларов. **7.** В столовой нельзя пользоваться лопнутыми стаканами. **8.** Эту сумму мы добавим к тысяче двести сорокам рублям. **9.** На конференцию молодых ученых пригласили самых умнейших студентов старших курсов. **10.** Вскоре Сергей Исаев стал популярной тамадой на свадьбах и других торжествах. **11.** На вновь открытое предприятие требуются бухгалтера, сторожи и инженера АСУП. **12.** Южнее Сочи находится солнечное Сухуми. **13.** На дипломную практику горный комбинат принял троих девушек с нашего курса. **14.** Мама традиционно купила пять килограмм мандарин и апельсин для праздничного новогоднего стола. **15.**Увидя раздраженное состояние преподавателя, студентка решила с ним не спорить.

ТЕМА 8. СИНТАКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Цель – повторить основные правила построения словосочетаний и предложений

Основные понятия темы:

Синтаксические нормы – это правила, регулирующие порядок и связь слов в

словосочетании и предложении.

Задание 1. *Раскройте скобки, правильно определив падеж зависимого слова. При необходимости используйте предлоги. Запишите получившиеся словосочетания.*

Согласно (устав университета), точка зрения (события), благодаря (поддержка друга), анонс (предстоящие гастроли), вопреки (мнение большинства), наперекор (судьба), вклад (развитие науки), жажда (слава), заведующий (кафедра), по (возвращение) из отпуска, отзыв (курсовая работа), рецензия (новый фильм), оплачивать (проезд), свидетельствовать (необходимость перемен), доказывать (новая теория), поделиться (результаты исследования), апеллировать (здравый смысл), по (прибытие) поезда; предостеречь (опасность) – предупредить (опасность), обращать внимание (недостатки) – уделять внимание (подготовка к экзаменам), уверенность (свои силы) – вера (победа).

Задание 2. *Найдите предложения, в которых неверно употреблен деепричастный оборот. Предложите свой вариант исправления.*

*Образец: Подводя итог проделанной работы, мною был вдвинутряд предложений по модернизации (**действие, названное деепричастием, не относится к подлежащему**).*

Варианты исправления: 1) Подводя итог проделанной работы, явыдвинул ряд предложений по модернизации. 2) Когда яподвел итог проделанной работы, мною был вдвинутряд предложений по модернизации. 3) После подведения ряда итогов проделанной работы мною был вдвинутряд предложений по модернизации.

1. Будучи ребенком, Дмитрия всегда интересовали вопросы, связанные с техникой. **2.** Читая произведения русской классики, меня охватывает чувство гордости за отечественную литературу. **3.** Не чувствуя ни усталости, ни голода, наш путь к вершине продолжался. **4.** Узнав эту прекрасную новость, радости студентов не было предела. **5.** Первым, слегка хромая, из автобуса вышел седой старик. **6.** Записываясь на практику, у студентов были очень ограничены возможности выбора места ее прохождения. **7.** Вспоминая родные места, мне видится наш маленький кирпичный домик в тени тополей. **8.** Глядя на ярко освещенные стены Зимнего дворца, у меня возникло желание приехать сюда еще раз. **9.** Позвонив в третий раз, он с грустью понял, что никого нет дома. **10.**Произведя ряд расчетов, задача была решена студентами в течение 15 минут.

Задание 3. *Найдите предложения, в которых неправильно согласовано подлежащее со сказуемым. Запишите исправленный вариант.*

1. Много знаменитых людей закончили наш университет. **2.** Немало средств были потрачены на восстановление полуразрушенного памятника архитектуры. **3.** Несколько важных дат будут отмечены в календаре помимо официальных государственных праздников. **4.** На собрание по поводу летней практики явились лишь 31 студент. **5.** Часть студентов не справились с итоговой контрольной работой. **6.** Множество горожан приняли участие в шествии «Бессмертного полка». **7.** Ряд важных вопросов не были решены во время последнего заседания Ученого совета. **8.** Половина участников соревнований были размещены в студенческом общежитии. **9.** Тысяча периодических изданий имеются в открытом доступе в электронной библиотеке. **10.** Газета «Екатеринбургские новости» опубликовали интересную статью о творчестве молодых поэтов и писателей Урала.

Задание 4. *Найдите нарушения синтаксических норм. Запишите исправленный вариант предложений.*

1. Согласно распоряжения ректора всем студентам и сотрудникам необходимо пройти флюорографический осмотр. **2.** Открыв дверь в аудиторию, перед моими глазами предстала странная картина. **3.** Важно изучать условия жизни человека и как они связаны с процессами, происходящими сегодня в нашем обществе. **4.** Молодежь всегда принимали участие в студенческой самодеятельности и спортивных мероприятиях. **5.** В своей новой статье автор исследует и размышляет о возможностях искусственного интеллекта. **6.** Приказ был подписан ректором университета, устанавливающий обязательное посещение занятий, и доведен до сведения сотрудников вуза, преподавателей и студентов. **7.** Несколько членов Ученого совета не присутствовали на очередном заседании. **8.** В район приехал инструктор для подготовки специалистов по борьбе с сельскохозяйственными вредителями из местных жителей. **9.** Ученики горного лицея поступают в престижные учебные заведения, родители которых гордятся их успехами в учебе. **10.** Можно было согласиться лишь с теми положениями доклада, где приводились статистические данные для подтверждения гипотезы. **11.** Сдав нормативы ГТО, большинству из нас был вручен золотой значок. **12.** Учебное пособие не только предназначено для преподавателей, а также и для студентов и аспирантов. **13.**Скоро будет заселен многоквартирный дом, выросший на глазах за несколько месяцев и который уже приняла комиссия.**14.** Нам предложили поселиться в номере-люкс новой гостиницы для туристов с видом на море.**15.** Преподаватель попросил студентов, чтобы они ему напомнили на следующем занятии, чтобы он им распечатал раздаточный материал к семинарскому занятию.

ТЕМА 9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТИЛЕЙ

Цель – повторить систему функциональных стильных стилей русского языка, научиться определять стиль текста и доказывать свою точку зрения в этом вопросе.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Функциональный стиль – это исторически сложившаяся и социально осознанная разновидность языка, функционирующая в определенной сфере человеческой деятельности и общения, создаваемая особенностями употребления в этой сфере языковых средств и их специфической организацией.

В основе классификации стилей лежат экстралингвистические факторы: сфера применения языка, обусловленная ею тематика и цели общения. Сферы применения языка соотносятся с видами деятельности человека, соответствующими формам общественного сознания: наука, идеология, право, искусство, религия. Выделяются стили официальной речи (книжные): **научный**, **официально-деловой**, **публицистический**, **литературно-художественный**, **церковно-религиозный**. Им противопоставлен стиль неофициальной речи – **разговорный**, экстралингвистической основой которого является сфера бытовых отношений и общения (быт как область отношений людей вне их непосредственной производственной и общественно-политической деятельности).

Сферы применения языка в значительной мере влияют на тематику и содержание высказывания. Каждая из них имеет свои актуальные темы. Например, в научной сфере обсуждаются проблемы научного познания мира, в сфере бытовых отношений – бытовые

вопросы. Однако в разных сферах может обсуждаться одна и та же тема, но цели преследуются неодинаковые, вследствие чего высказывания различаются и по содержанию, и по форме (см. **Задание 1**).

Каждый стиль обладает определёнными языковыми особенностями (прежде всего лексическими и грамматическими). Можно говорить лишь об относительной замкнутости функциональных стилей: большинство языковых средств в каждом стиле нейтральные, межстилевые. Однако ядро каждого стиля образуют присущие именно ему языковые средства с соответствующей стилистической окраской и едиными нормами употребления.

Следует отбирать слова и конструкции в соответствии с выбранным стилем, особенно в письменной речи. Употребление разностилевых языковых средств в рамках одного текста ведет к появлению стилистических ошибок. Часто встречаются ошибки, связанные с неуместным употреблением канцеляризмов, а также злоупотреблением специальными терминами в ненаучном тексте и использованием разговорной и просторечной лексики в книжных текстах (см. **Задание 2**).

Можно сделать вывод, что **стилистические нормы** – это 1) правила употребления языковых средств в соответствии с выбранным стилем и 2) правила выбора стиля, соответствующего условиям общения.

Таким образом, специфические черты каждого функционального стиля можно описать, ориентируясь на целый ряд признаков, которые обознаются как **стилеобразующиефакторы**, а также на его стилевые и языковые особенности. Кроме того, каждый стиль включает в себя тексты разных жанров (см. **Задание 3**).

Функциональный стиль	Стилеобразующий фактор						Жанры
	Доминирующая языковая функция	Форма общественного сознания	Основная форма речи	Типичный вид речи	Тон речи	Тип адресата	
Научный	Сообщение	Научное сознание	Письменная	Монолог	Нейтральный	Массовый (подготовленный к восприятию научной информации)	Учебник, монография лекция, научная статья, аннотация, реферат, конспект, тезисы, курсовая работа, выпускная работа, диссертация, доклад
Официально-деловой	Сообщение / воздействие	Правовое сознание	Письменная	Монолог	Нейтральный / императивный	Массовый	Конституция, закон, приказ, указ, распоряжение, положение, регламент, заявление, автобиография, резюме, характеристика
Публицистический	Сообщение + воздействие	Идеологическое сознание	Письменная и устная	Монолог и диалог	Обусловленный содержательно	Массовый	Репортаж, интервью, очерк, дискуссионное выступление, статья, информационная заметка
Литературно-художественный	Воздействие	Эстетическое сознание	Письменная	Обусловленный родом и жанром литературы	Обусловленный эстетической задачей	Массовый (подготовленный к восприятию классических произведений)	Роман, повесть, рассказ, новелла, стихотворение, поэма, баллада
Церковно-религиозный	Воздействие	Религиозное сознание	Письменная и устная	Монолог	Обусловленный ситуативно	Массовый	Исповедь, проповедь, житие, молитва
Разговорный	Общение	Обыденное сознание	Устная	Диалог и полилог	Обусловленный ситуативно	Личный (конкретный собеседник)	Дружеская беседа, семейная беседа, бытовой спор, байка

Задание 1. *Прочитайте тексты, посвященные одной теме. Определите функционально-стилевую принадлежность текстов, опираясь на стилеобразующие факторы и языковые особенности каждого из них.*

Текст 1

Гроза – атмосферное явление, заключающееся в электрических разрядах между так называемыми кучево-дождевыми (грозовыми) облаками или между облаками и земной поверхностью, а также находящимися над ней предметами. Эти разряды – молнии – сопровождаются осадками в виде ливня, иногда с градом и сильным ветром (иногда до шквала). Гроза наблюдается в жаркую погоду при бурной конденсации водяного пара над перегретой сушей, а также в холодных воздушных массах, движущихся на более теплую подстилающую поверхность.

Текст 2

Как передает наш корреспондент, вчера над центральными районами Пензенской области прошла небывалой силы гроза. В ряде мест были повалены телеграфные столбы, порваны провода, с корнем вырваны столетние деревья. В двух деревнях возникли пожары в результате удара молнии. К этому прибавилось еще одно стихийное бедствие: ливневый дождь вызвал сильное наводнение. Нанесен значительный ущерб сельскому хозяйству. Временно было прервано железнодорожное и автомобильное сообщение между соседними районами.

Текст 3

Доводим до Вашего сведения, что вчера после полуночи над районным центром – городом Нижний Ломов и прилегающей к нему сельской местностью – пронеслась сильная гроза, продолжавшаяся около получаса. Скорость ветра достигала 30-35 метров в секунду. Причинен значительный материальный ущерб жителям деревень Ивановка, Щепилово и Вязники, исчисляемый, по предварительным данным, сотнями тысяч рублей. Имели место пожары, возникшие вследствие удара молнии. Сильно пострадало здание школы в деревне Курково, для его восстановления понадобится капитальный ремонт. Вышедшая из берегов в результате проливного дождя река Вад затопила значительную площадь. Человеческих жертв нет. Образована специальная комиссия для выяснения размеров причиненного стихийным бедствием ущерба и оказания помощи пострадавшему местному населению. О принятых мерах будет незамедлительно доложено.

Текст 4

Ты не поверишь, какая гроза прошла вчера над нами! Я человек не робкого десятка, и то испугался насмерть.

Сначала все было тихо, нормально, я уже собирался было лечь, да вдруг как сверкнет молния, бабахнет гром! И с такой силищей, что весь наш домишко задрожал. Я уже подумал, не разломалось ли небо над нами на куски, которые вот-вот обрушатся на мою несчастную голову. А потом разверзлись хляби небесные... В придачу ко всему наша безобидная речушка вздулась, распухла и ну заливать своей мутной водицей все вокруг. А совсем рядом, что называется – рукой подать, загорелась школа. И стар и млад – все повысыпали из изб, толкутся, орут, скотина ревет – вот страсти какие! Здорово я перепугался в тот час, да, слава Богу, все скоро кончилось.

Текст 5

При Крещении священник крестообразно помазывает лоб христианина святым миром, говоря: «Печать дара Духа Святаго». Впоследствии всякий раз, когда христианин осеняет себя крестным знамением, он поклоняется спасительной Страсти Господней и призывает

крестную силу, иже есть сила крестной смерти нашего Христа. Говоря: «Кресте Христов, спаси нас силою твоею», мы призываем силу крестной жертвы Господа. Поэтому крест обладает великой силой. Например, началась гроза. Сверкают молнии, и в большой железный крест на колокольне тоже может ударить молния. Однако, если стоящий под этим железным крестом христианин имеет на себе вот такой маленький крестик и говорит: «Кресте Христов, спаси мя силою твоею», то молния ему не повредит. В первом случае действуют природные законы: молния попадает в крест и сбивает его на землю. Во втором случае такой вот малюсенький крестик хранит верующего человека, призвавшего на помощь силу Креста.

Текст 6

Между далью и правым горизонтом мигнула молния, и так ярко, что осветила часть степи и место, где ясное небо граничило с чернотой. Страшная туча надвигалась не спеша, сплошной массой; на ее краю висели большие, черные лохмотья; точно такие же лохмотья, давя друг друга, громоздились на правом и на левом горизонте. Этот оборванный, разлохмаченный вид тучи придавал ей какое-то пьяное, озорническое выражение. Явственно и не глухо проворчал гром. Егорушка перекрестился и стал быстро надевать пальто.

Вдруг рванул ветер и со свистом понесся по степи, беспорядочно закружился и поднял с травою такой шум, что из-за него не было слышно ни грома, ни скрипа колес. Он дул с черной тучи, неся с собой облака пыли и запах дождя и мокрой земли. Лунный свет затуманился, стал как будто грязнее, звезды еще больше нахмурились, и видно было, как по краю дороги спешили куда-то назад облака пыли и их тени.

Чернота на небе раскрыла рот и дыхнула белым огнем; тотчас же опять загремел гром.

Дождь почему-то долго не начинался... Было страшно темно. А молнии в потемках казались белее и ослепительнее, так что глазам было больно.

Вдруг над самой головой его [Егорушки] со страшным, оглушительным треском разломалось небо; он нагнулся и притаил дыхание, ожидая, когда на его затылок и спину посыпятся обломки... Раздался новый удар, такой же сильный и ужасный. Небо уже не гремело, не грохотало, а издавало сухие, трескучие, похожие на треск сухого дерева звуки. (*А. П. Чехов. Степь*)

Задание 2.*Найдите в следующих предложениях стилистические ошибки и запишите исправленный вариант.*

1. Некоторым министрам необходимо включить мозги, чтобы до них дошло, что на прожиточный минимум люди в России могут только существовать. **2.** В статье сообщается, что левые лекарства отследят по аптекам и конфискуют. **3.** Мэр города рассказал, что в настоящее время ведется возведение двух бюджетных высоток в Пионерском поселке. **4.** Новый сотрудник редакции сумел нарыть некий компромат на верхушку министерства, но опубликовать материалы ему не дали. **5.** Директор гимназии был в ауте, когда ему сообщили, что гимназия получила-таки грант в размере 1 млн. рублей. **6.** Бытие в хрущевках и интенсивные трудовые затраты скрашивала душевная атмосфера, царившая в те годы в коллективе. **7.** Благополучие родных деревень отстаивает наш председатель, который по восемнадцать часов в сутки мотается по полям, фермам, частит по делам в Екатеринбург. **8.** Трудно понять, почему ученый допустил такую промашку в расчетах. **9.** Семь школ, которые дислоцируются в нашем районе, переполнены, поэтому некоторым детям приходится ездить за тридевять земель.**10.** Избранников народа одолевает такое количество проблем, что у некоторых уже крыша поехала.

Задание 3. *Определите, к какому стилю принадлежит каждый из предложенных текстов*[6]*. Попытайтесь обосновать свою точку зрения.*

Текст 1

В психологии и этике делового общения речь пойдет не столько об абстрактных общепсихологических категориях и принципах, сколько о профессиональных психологических и в то же время практически ориентированных знаниях, которые могут обеспечить успех той или иной деятельности. Под **деловым**понимается общение, обеспечивающее успех какого-то общего дела, создающее условия для сотрудничества людей, чтобы осуществить значимые для них цели. Деловое общение содействует установлению и развитию отношений сотрудничества и партнерства между коллегами по работе, руководителями и подчиненными, партнерами, соперниками и конкурентами. Оно предполагает такие способы достижения общих целей, которые не только не исключают, но, наоборот, предполагают также и достижение лично значимых целей, удовлетворение личных интересов.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 2

Веруем в Единого Бога Отца Всемогущего, Творца неба и земли.

Веруем также в Иисуса Христа, Его Единородного Сына и Господа нашего, Который был зачат Духом Святым, рожден девой Марией, Который страдал во времена Понтия Пилата, был распят, умер и был погребен, сошел в царство смерти, на третий день воскрес из мертвых, вознесся на Небо и воссел одесную Всемогущего Бога Отца, откуда вернется судить живых и мертвых.

Веруем также во Святого Духа, Святую Соборную Церковь, собрание святых, в прощение грехов, воскресение мертвых и жизнь вечную.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 3

В Горном университете прошел День открытых дверей. На площадке перед Большим актовым залом – Залом УГМК развернулся настоящий наукоград: кроме презентации различных направлений подготовки, школьников ждали специализированные мастер-классы.

Об основах робототехники будущим абитуриентам рассказывали сотрудники кафедры горных машин и комплексов и робот Герман. О далеких экспедициях и романтике походов – студенты-геологоразведчики. У стенда **Уральского геологического музея** ребята рассматривали минералы под микроскопом, а вместе с инструкторами **студенческого патриотического центра «Святогор»** учились основам безопасного обращения с оружием.

[6]Задание может быть выполнено как тестовое.

Всего на **День открытых дверей** в**Горный университет**пришли около тысячи школьников. Многие из них уже серьезно задумались о том, чтобы стать частью дружной семьи горняков.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 4

В соответствии с Федеральным законом от 18.06.2001 N 77-ФЗ «О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации», Постановлением Правительства РФ от 25.12.2001 N 892 «О реализации Федерального закона «О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации», санитарно-эпидемиологическими правилами СП 3.1.2.3114-13 «Профилактика туберкулеза» и в целях раннего выявления заболеваний органов грудной клетки среди студентов и сотрудников университета

ПРИКАЗЫВАЮ:

Организовать с 10 апреля по 12 мая 2017 года флюорографический профилактический осмотр студентов и сотрудников университета в передвижном цифровом флюорографическом кабинете, установленном во дворе I учебного здания, с предъявлением каждым студентом и сотрудником копии полиса обязательного медицинского страхования.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 5

Страны, которые являются участниками процесса торговли минеральным сырьем, решают разные задачи, что отражается на структуре их экономики, влияет на характер воспроизводственных процессов, порождает специфические для каждой страны проблемы. Взаимодействие экспортеров и импортеров сырья накладывает отпечаток на международные отношения, являясь причиной возникновения конфликтов, создания экономических и военно-политических союзов. Стремление к поддержанию и расширению экспорта вызывает дополнительные потребности в производстве сырья внутри страны, в развитии минерально-сырьевой базы. Импорт сырья следует рассматривать как источник удовлетворения потребностей и стимулирование развития несырьевых отраслей.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 6

Отец наш шибко тада заболел // У него было очень больное сердце // А что такое больное сердце в те годы / это же неизлечимая болячка! Он работал у нас мастером в заводе / в формовочном цехе / где делались изделия для сталелитейного завода / для нижнетагильского // Ковшовые кирпичи / розетки / воронки всякие / сифоны / вообщем / всякая всячина // Всё было для фронта / всё для победы // Щас этого никто не понимает / особенно нынешняя молодёжь // Какие же тяжёлые дни пережило наше поколение! И не дай

вам Бог узнать / что такое война! Да даже твои родители ещё воспитывались в этом послевоенном духе // Ну да ладно / всё равно меня трудно понять…

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 7

Реклама работает на подсознательном уровне, обращается к иррациональному в природе человека. Ее влияние и глубже и сильнее, чем мы думаем, потешаясь над каким-нибудь слабоумным персонажем вроде пропагандиста бытовой техники. Кого и в чем может убедить этот шут гороховый? Оказалось – нас. Но не в том, что его товары дешевле и лучше, а совсем в другом – в преимуществе нового образа жизни.

От рекламы не требуется реализма. Задавая высокие нравственные стандарты, она порождает особое позитивное мышление. Задача рекламы состоит в том, чтобы потребитель подсознательно стремился отождествить себя с героем «коммершелз». Тогда он купит сковородку не для того, чтобы жарить яичницу, а для того, чтобы стать участником идеальной экранной жизни.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 8

Наутро поднявшееся яркое солнце быстро съело тонкий ледок, подернувший воды, и весь теплый воздух задрожал от наполнивших его испарений отжившей земли. Зазеленела старая и вылезающая иглами молодая трава, надулись почки калины, смородины и липкой спиртовой березы, и на обсыпанной золотым светом лозине загудела выставленная облетавшаяся пчела. Залились невидимые жаворонки над бархатом зеленей и обледеневшим жнивьем, заплакали чибисы над налившимися бурою неубравшеюся водой низами и болотами, и высоко пролетели с весенним гоготаньем журавли и гуси. Заревела на выгонах облезшая, только местами еще не перелинявшая скотина, заиграли кривоногие ягнята вокруг теряющих волну блеющих матерей, побежали быстроногие ребята по просыхающим, с отпечатками босых ног тропинкам, затрещали на пруду веселые голоса баб с холстами, и застучали по дворам топоры мужиков, налаживающих сохи и бороны. Пришла настоящая весна.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 9

К нашему большому сожалению, мы должны сообщить Вам, что партия лакокрасочных материалов, отгруженных Вами на судне «Ленинград» по контракту 27-005/40289, не соответствует по качеству нашим спецификациям, на основании которых был заключен контракт.

Согласно параграфу № 03 в договоре, мы имеем право отказаться от приемки этой партии товара. Однако, принимая во внимание наши длительные деловые отношения и то

обстоятельство, что предыдущие поставки лакокрасочных материалов в счет данного контракта были произведены в соответствии с условиями договора и надлежащего качества, мы согласны принять эту партию товара, если Вы предоставите нам скидку в 10 %.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 10

Человек должен быть широк. Из универсализма вытекает креативность, а ЕГЭ не обеспечивает ни того, ни другого. Даже те ребята, которые прекрасно сдали тесты по выбранным предметам, далеко не всегда в состоянии объяснить, откуда взялись все эти ответы, вывести их самостоятельно. А предложение «докрутить» чуть дальше и глубже вообще ставит в тупик: «Почему вы у нас спрашиваете то, что вы нам не рассказали?» Но креативность как раз и состоит в умении давать такие ответы. Учащийся – это же не шляпа, в которую положили кролика, чтобы его же и достать. Это неинтересно.

Убрать ЕГЭ нельзя. Но если оставить все как есть, мы обречены на дальнейшее отставание в науке, в любых творческих профессиях. Поэтому необходимо уточнить функционал ЕГЭ. А для этого надо все же назвать кошку кошкой и понять, что такое образование.

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

Текст 11

На религию после революции 1917 года было наложено так называемое табу. Христианское вероисповедание и все реалии, связанные с ним, воспринимались только как культурное наследие и пережиток царского режима. Соборы и церкви были лишь памятниками архитектуры, жития святых – памятниками литературы, иконы и фрески – памятниками художественного творчества. Очень многие храмы были разрушены или применялись не по своему прямому назначению; они становились складами, конторами, монастыри превращались в тюрьмы и колонии. Люди, особенно священнослужители, преследовались за свою веру. Как следствие, лексика религиозного характера со временем стала постепенно переходить в пассивный состав языка, используясь в основном в составе фразеологизмов и афоризмов (как Бог на душу положит; как у Христа за пазухой; человек предполагает, а Бог располагает). Некоторые слова изменили свою семантику (воскресение, братия), многие приобрели в современном русском языке отрицательную окраску (вертеп).

1) разговорному	4) научному
2) художественному	5) публицистическому
3) официально-деловому	6) церковно-религиозному

ТЕМА 10. НАУЧНЫЙ СТИЛЬ

Цель – познакомиться со спецификой научного стиля, научиться определять основные стилевые и языковые особенности научных текстов.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Научный стиль – один из важнейших функциональных стилей литературного языка, относящийся к письменно-книжному типу речи и обслуживающий сферу науки и производства. Цель текста научного стиля может заключаться в передаче объективной информации о природе, человеке и обществе, доказательстве ее новизны, истинности или ценности.

Основные стилевые черты научного стиля:

– **объективность**, которая проявляется в изложении разных точек зрения на рассматриваемую проблемы, в отсутствии субъективных оценок при передаче содержания, в безличности языкового выражения, в сосредоточенности на предмете высказывания;

– **логичность**, которая проявляется в последовательности и непротиворечивости изложения научной теории и создается с помощью особых синтаксических конструкций (сложные предложения с придаточными причины, условия, следствия; предложения с вводными словами *во-первых*, *во-вторых*, *наконец*, *итак*, *следовательно* и др.);

– **доказательность**, которая проявляется в цепочке рассуждений, аргументации определенных положений и гипотез;

– **точность**, которая достигается благодаря использованию терминов (т. е. слов и словосочетаний, обозначающих понятия особой области знания или деятельности), однозначных слов; четким оформлением синтаксических связей;

– **обобщенность** и **отвлеченность**, которые проявляются в отборе слов (преобладание имен существительных над глаголом, общенаучные слова, имена существительные с абстрактным значением, конкретные существительные в обобщенном значении), в употреблении грамматических форм (глаголы настоящего времени во «вневременном» значении, возвратные и безличные глаголы, преобладание форм 3-го лица, форм несовершенного вида), в использовании синтаксических конструкций (неопределенно-личные предложения, страдательные обороты), в существовании авторского «мы», характерного только для научного стиля;

– **насыщенность фактической информацией**;

– **отсутствие выражения эмоций** (отсутствуют разговорные элементы, эмоционально-экспрессивная лексика, неполные конструкции и т. п.).

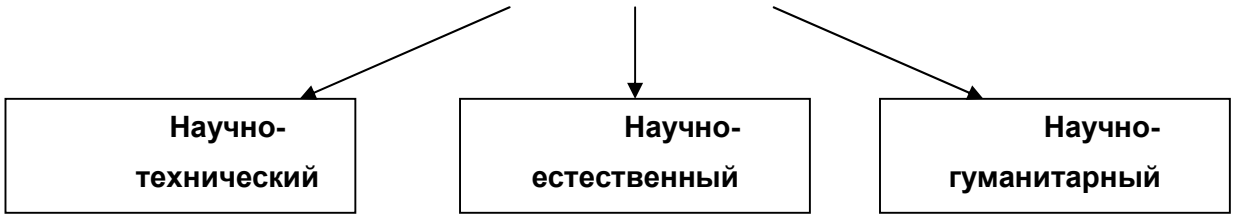
Основные языковые особенности научного стиля:

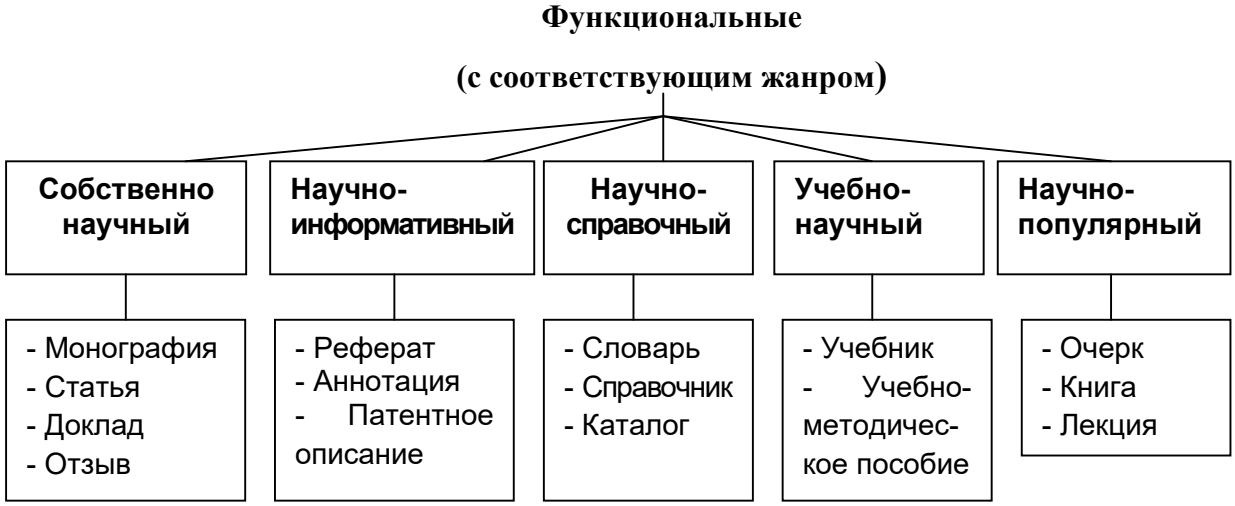
Языковые особенности	Примеры
Лексические	
1) термины	*обогащение полезных ископаемых, месторождение, осадочные породы, смешанослойный минерал, рудное тело* и др.
2) общенаучная лексика	*закон, теория, аспект, носитель, конструкция* и др.
3) книжная лексика абстрактного значения	*применение, явление, замедление, обязательство, подготовка* и др.
Морфологические	
1) частотность существительных	(Примерно 40 % существительных на единицу текста)

2) частотность форм родительного падежа существительных	*попадание в водоемы масло-смазывающих продуктов* (род.п.) *отдельных узлов* (род. п.) *механического оборудования* (род. п.) *гидротехнических сооружений* (род. п.) и т. п.
3) широкое использование существительных среднего рода	*отношение, употребление, дело, доказательство, заполнение* и др.
4) преобладание глаголов несовершенного вида настоящего времени	*равняется, оказывается, возрастает, наблюдается, составляет* и др.
5) полузнаменательные глаголы-связки	*есть, быть, являться*
6) употребление причастий и деепричастий	*подчеркнутый, обрабатываемый, соответствующий; замечая, решая, сменив* и др.
Синтаксические	
1) вводные слова и конструкции	*вероятно, возможно, таким образом; по словам ученых, по мнению большинства исследователей* и др.
2) бессубъектные конструкции	*карьер был разработан; оборудование было закуплено; проект был одобрен* и др.
3) безличные предложения	*необходимо отметить; следует подчеркнуть; можно сделать ряд выводов* и др.
4) обобщенно-личные предложения	*подчеркнем следующие положения; выделим важные особенности; отметим ряд недостатков* и др.
5) цепочки однородных членов	*Хорошие каталоги Интернета обеспечивают разнообразный дополнительный сервис: поиск по ключевым словам в базе данных, списки последних поступлений, списки наиболее интересных из них, выдачу случайной ссылки, автоматическое оповещение по электронной почте о свежих поступлениях.*
6) многокомпонентные сложные предложения с союзной связью	*Если экспериментоправдывает надежды, то гипотезадетализируется и конкретизуется, а затем ставится новый эксперимент.*

Подстили научной речи:

Тематические





Задание 1. *Проанализируйте текст по следующей схеме:*

1. *Охарактеризуйте текст по стилеобразующим факторам научного стиля.*

2. *Докажите принадлежность текста к научному стилю с опорой на основные стилевые черты.*

3. *Определите отнесенность текста к тематическому и функциональному подстилю научного стиля.*

4. *Составьте план текста и сформулируйте главную мысль.*

5. *Выделите в тексте языковые особенности научного стиля.*

Вариант 1: ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ[7]

В геологии существует более ста различных специальностей и специализаций. Одни из них тесно связаны с химией (геохимическое направление), другие – с физикой (геофизическое направление), третьи – с биологией (палеонтологическое и палеобиологическое направления), четвертые – с математикой и кибернетикой (компьютерное моделирование геологических процессов), пятые – с астрономией и астрофизикой (космическая геология) и т. д.

В недрах Земли находятся залежи полезных ископаемых, вопросами поиска и разведки которых занимается геология. На земной поверхности протекают разнообразные геологические процессы, люди возводят здания и различные инженерные сооружения, строят транспортные магистрали. Задачей геологов является обеспечение их устойчивости и безопасного функционирования. Правильное решение этих двух основных практических задач немыслимо без глубокого знания общих закономерностей строения и развития отдельных геосфер. Раскрытие данных закономерностей и познание лежащих в их основе причин невозможны без изучения всей Земли, так как наша планета представляет собой единую природную среду и развивается так же, как и все планеты Солнечной системы.

Знание происхождения и эволюции Земли, условий образования и развития земной коры, ее строения и состава во взаимодействии с внешними оболочками – водной (гидросферой) и воздушной (атмосферой), а также с внутренними оболочками – земным ядром и мантией – составляет необходимое звено мировоззрения. Оно позволяет понять, как

[7] Геология: учебник для студ. высш. учеб.заведений / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – 7-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. С. 6-7.

осуществляется постепенный переход от неживого неорганического мира к органическому, как эволюционируют живые существа и вместе с ними изменяются геологические процессы.

Велико и познавательно значение геологии как науки о Земле, ее строении, происхождении и развитии. Она затрагивает проблемы происхождения и эволюции жизни и природных условий. Геология всегда стояла в центре ожесточенной борьбы научных воззрений и научных школ против религиозных предрассудков.

Практическое значение геологии огромно и разнообразно. Весь арсенал современной науки и техники основан на использовании продуктов земных недр – нефти, угля, различных металлов, строительных материалов, подземных вод и др. Воды минеральных источников используют в лечебных и бальнеологических целях. Для поисков, разведки и извлечения разнообразного минерального сырья из земных недр требуется прежде всего разработка методов обнаружения залежей полезных ископаемых, которые необходимы для промышленности, сельского хозяйства и строительства.

Среди полезных ископаемых различают рудные, или металлические, из которых добывают различные металлы, и нерудные, или неметаллические. Из последних добывают удобрения, каменную соль, серу, строительные материалы, драгоценные (алмаз, рубин, сапфир, изумруд), полудрагоценные (аметист, циркон, топаз, цитрин, нефрит, малахит и др.) и поделочные камни (яшма, кварциты и др.), а также горючие полезные ископаемые (нефть, каменный и бурый уголь, горючие сланцы, газ). Подземные воды (пресные и минеральные) также являются полезными ископаемыми. Поисками залежей подземных вод и практическим их использованием занимается специальная отрасль геологии – гидрогеология. В особые научные дисциплины выделились геология рудных и геология нерудных месторождений, геология горючих полезных ископаемых. Без знания геологического строения территории не обходится ни одно строительство промышленных и гражданских зданий, транспортных магистралей, трубопроводов и средств связи. Эта особая отрасль геологии именуется инженерной геологией. Работами, проводимыми в районах развития многолетней мерзлоты, занимается такая наука, как мерзлотоведение.

Все перечисленные специальные научные дисциплины образуют самостоятельный раздел геологии, который называется *практической*, или *прикладной*, геологией.

ВАРИАНТ 2: ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ[8]

Современная мировая экономика характеризуется неуклонным ростом потребления минерального сырья, расширением круга используемых в промышленности элементов, вовлечением в производство новых типов месторождений полезных ископаемых. Укрепление и совершенствование минерально-сырьевой базы России – основная задача геологической службы.

Обеспечение ресурсами и запасами не только действующих отраслей горнодобывающей промышленности, но и ее перспективных направлений требует оперативного решения проблемы освоения новых видов полезных ископаемых. Успешное осуществление геолого-разведочных работ возможно лишь при условии постоянного совершенствования теории и методов поисков и разведок месторождений полезных

[8]Геология и разведка месторождений полезных ископаемых: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [В. В. Авдонин, В. В. Мосейкин, Г. В. Ручкин и др.]; под ред. В. В. Авдонина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. С. 5-6.

ископаемых. Результативность геолого-разведочной отрасли определяется уровнем научных и методических разработок, степенью использования современных поисково-разведочных средств.

Научные основы поисков и разведок месторождений полезных ископаемых созданы трудами нескольких поколений отечественных геологов, среди которых в первую очередь необходимо назвать Г. Д. Ажгирея, Я. Н. Белевцева, А. Г. Бетехтина, Ю. А. Билибина, П. П. Бурова, А. Б. Каждана, В. М. Крейтера, В. А. Обручева, А. П. Прокофьева, В. И. Смирнова, С. С. Смирнова, А. А. Якжина и др.

Многими ведущими учеными были написаны замечательные учебники и методические руководства по поискам и разведкам месторождений, не утратившие своего значения до настоящего времени. Тем не менее в последние годы произошли существенные изменения в самой структуре минерально-сырьевой базы, оценке перспектив использования природных ресурсов и методов их вовлечения в промышленное использование.

В геолого-разведочной отрасли можно отметить несколько областей, в которых наблюдаются наиболее значимые изменения.

Во-первых, это касается совершенствования теории и методики поисковых работ. Во-вторых, широкое внедрение компьютерных технологий во все направления геолого-разведочного процесса качественно изменило методику подсчета запасов и оценки месторождений на всех стадиях их освоения.

Существенные изменения происходят и в методике добычных работ, в особенности в связи с требованиями экологической безопасности.

Наконец, необходимо учитывать еще одно важное обстоятельство. Наряду с неуклонно возрастающей потребностью в различных видах минерального сырья отчетливо проявляется тенденция истощения минерально-сырьевой базы, снижения открываемости новых месторождений, вовлечения в промышленное производство неблагоприятных по геологической позиции месторождений и руд более низкого качества. Эти причины стимулируют повышенный интерес к минерально-сырьевому потенциалу Мирового океана. Вследствие интенсификации научно-исследовательских и поисково-разведочных работ в океане в последние годы сложилась качественно новая ситуация – возникла необходимость решения проблем освоения минерально-сырьевых ресурсов океана в практической плоскости, что ознаменовалось интенсивными усилиями по разработке теоретических основ, методики и технических средств морских геолого-разведочных работ.

Авторский коллектив настоящего учебника постарался отразить в нем все важнейшие достижения, касающиеся поисков, разведки и эксплуатации месторождений и характеризующие современное состояние геолого-разведочной отрасли.

Вариант 3: ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА[9]

Полезные ископаемые, располагающиеся в земной коре в пределах территории страны, образуют ее минерально-сырьевую базу. Эти природные ресурсы называют богатством недр государства.

[9] Городниченко В. И., Дмитриев А. П. Основы горного дела: учебник для вузов. М.: Издательство «Горная Книга», Издательство московского государственного горного университета, 2008. С. 7-8.

Добычу полезных ископаемых обеспечивают горно-добывающие отрасли промышленности, перспективы развития которых зависят прежде всего от состояния природных ресурсов. Их освоение играет важнейшую роль в развитии экономики России.

В нашей стране выявлены в промышленных концентрациях все виды минерального сырья, используемого в мировой практике.

Оценка прогнозных ресурсов, которую сегодня осуществляют в основном до глубины освоенных промышленностью недр, составляющей для твердых полезных ископаемых около 1 км, свидетельствует о том, что в России в обозримом будущем исчерпания минеральных ресурсов не предвидится, тем более что результаты исследований сверхглубоких скважин подтверждают наличие промышленных концентраций полезных компонентов на глубинах до 10 км.

По данным Министерства природных ресурсов России, в нашей стране 60–70 % запасов важнейших видов полезных ископаемых сосредоточено в ограниченном числе крупных месторождений. В настоящее время сохраняют свое значение освоенные крупные месторождения полезных ископаемых и имеют большие перспективы развития месторождения в регионах Сибири, Дальнего Востока и Севера.

В Сибири находится около 84 % разведанных запасов угля России (категории А, В, Сi), из них бурых и каменных углей примерно поровну. В этих запасах сосредоточено до 90 % коксующихся углей России и около 85 % особо ценных для коксования углей марок ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС.

В настоящее время в Сибири, включая республику Саха, добывается около 70 % углей России. Как считают эксперты, этот показатель будет возрастать в связи с сокращением добычи угля в европейской части страны, а также на Урале и Дальнем Востоке. Можно предположить, что основная роль в обеспечении потребностей страны в углях в будущем будет принадлежать Кузбассу.

Повышение эффективности производства имеет особое значение для горно-добывающих отраслей промышленности, которые обеспечивают топливом, минеральным сырьем и материалами многие отрасли экономики страны: черную и цветную металлургию, энергетику, химическую, строительных материалов, сельское хозяйство и др.

Результаты работы горных предприятий в значительной степени определяют уровень эффективности производства во всех других отраслях, потребляющих их продукцию.

Так, в общих затратах на производство цветных металлов затраты на добычу руды составляют более 50 %. В затратах на производство электроэнергии 60–70 % составляют затраты на топливо.

Повышение эффективности горного производства должно осуществляться путем его технического перевооружения, обеспечивающего снижение затрат на производство продукции, повышение качества продукции, экономное и рациональное использование трудовых и материальных ресурсов, комплексное освоение богатства земных недр.

Задание 2. *Отредактируйте предложения таким образом, чтобы они соответствовали научному стилю, запишите исправленный вариант. Определите, с чем связаны допущенные ошибки.*

1. В своей курсовой работе я хотел бы ответить на очень актуальные в наше нелегкое время вопросы. **2.** Авторы этих статей абсолютно неправильно думают, что только их точка зрения имеет право на существование. **3.** Выводы оказались неожиданными, на первый взгляд просто сумасшедшими. **4.** Однако вначале необходимо разобраться, есть ли угроза

энергетического голода. **5.** Мне кажется, что первый способ решения проблемы более целесообразный. **6.** Стоит представить, а какой будет польза от этого изобретения. **7.** Компьютерный вирус – это сильный паразит! **8.** Современное состояние экономики, энергетики и экологии выдвигает необходимость проведения интердисциплинарных исследований. **9.** Это приводит к необходимости изыскания и выделения огромных усилий общества, чтобы противостоять результатам экологически опасных действий. **10.** В настоящее время сетевые технологии претерпевают бурное развитие. **11.** Свобода в современной России – это не столько свобода сотрудничества и доброжелательного диалога, как своевольное навязывание своего понимания свободы ради сокрушения чужой. **12.** Математическая модель включала в себя систему уравнений, описывающая течение газа около криволинейной поверхности. **13.** Земля должна рассматриваться как некая квазизамкнутая система, ресурс жизнеобеспечения которой большой, но ограничен. **14.** Изучение новых материалов дает свои плоды. **15.** Используя метод аналогий, на кафедре систем управления разработан комплекс программных средств для изучения систем путем их моделирования.

ТЕМА 11. ОФИЦИАЛЬНО-ДЕЛОВОЙ СТИЛЬ

Цель – познакомиться со спецификой официально-делового стиля, научиться определять основные стилевые и языковые особенности документов, их жанр, видеть реквизиты.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (основные понятия выделены в тексте):

Официально-деловой стиль – это стиль, который обслуживает правовую и административно-общественную сферы деятельности. Он используется при написании документов, деловых бумаг и писем в государственных учреждениях, суде, а также в разных видах делового устного общения.

Среди книжных стилей официально-деловой стиль выделяется относительной устойчивостью и замкнутостью. С течением времени он, естественно, подвергается некоторым изменениям, но многие его черты: исторически сложившиеся жанры, специфическая лексика, морфология, синтаксические обороты – придают ему в целом консервативный характер.

Основные стилевые черты официально-делового стиля:

– **объективный**, **абстрагированный (неличный) характер изложения**, который проявляется в отсутствии субъективных оценок при передаче содержания, в безличности языкового выражения (отсутствуют местоименные и глагольные формы 2-го лица, ограничены – 1-го лица);

– **точность и детальностьизложения**, которые не допускают каких-либо разночтений; быстрота понимания не является важной, так как заинтересованный человек в случае необходимости прочитает документ несколько раз, стремясь к полному пониманию;

– **стандартизированность**, **стереотипностьизложения**, которая проявляется в том, что разнородные явления жизни в официально-деловом стиле укладываются в ограниченное количество стандартных форм (*анкета*, *справка*, *инструкция*, *заявление*, *деловое письмо* и т. д.);

– **долженствующе-предписующий характер изложения**, т. е. **волюнтативность** (выражение воли), которая в текстах выражается семантически (подбором слов) и грамматически (формы первого лица глагола – *предлагаю*, *приказываю*, *поздравляю*; формами долженствования – *надлежит*, *необходимо*, *следует*, *предлагается*);

– **отсутствие выражения эмоций и оценок** (не употребляются эмоционально-экспрессивные средства).

Эти черты находят свое выражение 1) в отборе языковых средств (лексических, морфологических и синтаксических); 2) в оформлении деловых документов.

Основные языковые особенности официально-делового стиля:

Языковые особенности	Примеры
Лексические	
1) языковые штампы(канцеляризмы, клише)	*ставить вопрос, на основании решения, по собственному желанию, по семейным обстоятельствам, входящие-исходящие документы,контроль за исполнением возложить, по истечении срока* и др.
2) профессиональная терминология	*недоимка, алиби, черный нал, теневой бизнес,жилищный найм, прокурорский надзор, единовременное пособие* и др.
3) архаизмы	*оным удостоверяю, сей документ, в надлежащем виде, во избежание* и др.
4) тяготение к использованию родовых понятий с широкой и бедной семантикой	*прибыть* (вместо *приехать, прилететь, прийти* и т. д.), *транспортное средство* (вместо *автобус, самолет, «Волга»* и т. д.), *населенный пункт* (вместо *деревня, город, село* и т. д.), *помещение (вместо: квартира, цех, ангар, вестибюль, кров, обитель, апартаменты и т. д.)*
Морфологические	
1) существительные-названия людей по признаку, обусловленному действием	*налогоплательщик, ответчик, арендатор, свидетель* и др.
2) существительные, обозначающие должности и звания в форме мужского рода	*сержант полиции Ушакова, инспекторНеверова,ответчик Прошина*и др.
3) отглагольные существительные с частицей *не-*	*нелишение, неявка, несоблюдение, непризнание* и др.
4) производные предлоги	*в связи, в течение, за счет, в силу, по мере, в отношении, на основании* и др.
5) инфинитивные конструкции	*провести осмотр, оказать помощь, доказать невиновность* и др.
6) глаголы настоящего времени в значении обычно производимого действия	*обвиняемому обеспечивается право на защиту, занеуплату взимается штраф* и др.
7) сложные слова, образованные от	*бракосочетание, правонарушение,*

двух и более основ	*налогообложение, землепользование, пассажироперевозки, дачевладелец, нетрудоспособность, работодатель, квартиросъемщик, материально-технический, осенне-зимний, ремонтно-эксплуатационный, вышеуказанный, нижепоименованный*и др.
8) нанизывание существительных с суффиксом *-ние*	*Приготовлением к преступлению признается приискание и приспособление средств или орудий или умышленное создание условий для совершенияпреступлений....*
9) гигантский пласт официальных наименований номенклатуре учреждений, профессий, должностей и т. п.	*Российское акционерное общество «Единая энергетическая система России», Открытое акционерное общество «Нефтяная компания «Лукойл», Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела,главный научный сотрудник, заместитель командира полка по инженерной службе, главный специалист сектора делопроизводства компании, председатель Военной коллегии Верховного Суда Российской Федерации, депутат Государственной Думы РФ и др.*
10) широкое использование аббревиатур	*РФ, МИД, МЧС, ФСБ, РЖД, Сбербанк, МОК, СМИ, РПЦ, УГГУ, ЕГЭ, ОСАГО, ТРЦ, ТК, УФМС, МОУ, ФГБОУ, ГТО, ГОСТ, ФГОС, КамАЗ, Роспечать и др.*
11) употребление цепочки имен существительных в родительном падеже	*Для применения (род. п.) мер (род. п.) общественного воздействия (род. п.); в целях широкой гласности (род. п.) работы (род. п.) Министерства (род. п.) высшего образования (род. п.); результаты деятельности(род. п.)органов(род. п.) налоговой полиции(род. п.)* и др.
Синтаксические	
1) употребление простых предложений с однородными членами, причем ряды этих однородных членов могут быть весьма распространенными (до 8–10)	*Объектами общей собственности крестьянского хозяйства является имущество: земельный участок, насаждения, хозяйственные или иные постройки, мелиоративные и другие сооружения, продуктивный и рабочий скот, птица, сельскохозяйственная и иная техника, оборудование, транспортные*

	средства, инвентарь и другое имуществои др.
2) наличие пассивных конструкций	*платежи вносятся в указанное время, сроки выплат установлены на год* и др.
3) преобладание сложных предложений, в особенности сложноподчиненных, с придаточными условия	*При наличии спора о размерах причитающихся уволенному работнику сумм администрацияобязана уплатить указанное в настоящей статье возмещение в том случае, если споррешен в пользу работника*.

Документ – зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими её идентифицировать.

Форма документа (схема, отражающая семантико-информативную структуру текста) предоставляет в распоряжение его составителя определенный набор **реквизитов** (необходимые элементы оформления документа) и определенную их **композицию** (последовательность и порядок их размещения в тексте). Состав реквизитов, требования к реквизитам и бланкам документов устанавливаются ГОСТом. В настоящее время это ГОСТ Р 6.30-2003 «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов».

	Состав реквизитов документа
1.	Государственный герб Российской Федерации
2.	Герб субъекта Российской Федерации
3.	Эмблема организации или товарный знак
4.	Код организации
5.	Основной государственный регистрационный номер юридического лица (ОГРН)
6.	Идентификационный номер налогоплательщика / код причины постановки на учет (ИНН / КПП)
7.	Код формы документа
8.	Наименование организации
9.	Справочные данные об организации
10.	Наименование вида документа (жанр документа)
11.	Дата составления документа
12.	Регистрационный номер документа
13.	Ссылка на регистрационный номер или дату документа
14.	Место составления или издания документа
15.	Адресат
16.	Гриф утверждения документа
17.	Резолюция
18.	Заголовок к тексту
19.	Отметка о контроле
20.	Текст документа
21.	Отметка о наличии приложения
22.	Подпись
23.	Гриф согласования документа

24.	Визы согласования документа
25.	Оттиск печати
26.	Отметка о заверении копии
27.	Отметка об исполнителе
28.	Отметка об исполнении документа и направлении его в дело
29.	Отметка о поступлении документа в организацию
30.	Идентификатор электронной копии документа

Состав реквизитов конкретного документа определяется его видом и назначением. К наиболее частотным реквизитам можно отнести: **адресата**, **адресанта**, **названиежанрадокумента**, **основной текст документа**, **списокприложений**, **дату** и **подпись**. Логическому делению текста способствует его рубрикация, деление на части с помощью внутренних заголовков, подзаголовков, нумерация или графически единообразное выделение всех однотипных частей.

Способы классификации документов:

1. ***По месту составления***: *внутренние* и *внешние* документы. **Внутренний** документ создаётся в рамках одной организации, где работают и составитель, и адресат текста (*приказы администрации предприятия, служебные записки, должностные инструкции* и др). **Внешние** документы предназначаются адресатам, работающим на других предприятиях (*все виды деловых писем, приказы и распоряжения вышестоящих организаций* и др.).

2. ***По содержанию***: *простые* и *сложные*. **Простые** документы посвящены решению одного вопроса (*заявление*, *объяснительная записка* и другие виды личной документации), **сложные** – двух и более (*приказы*, *письма*, *инструкции*).

3. ***По форме***: *индивидуальные* и *типовые*. **Индивидуальные** документы предполагают некоторую самостоятельность текста и элементы творческого подхода, что не исключает их стандартизованности (*отдельные виды писем, служебных и докладных записок*). **Типовые** документы строятся на базе заранее заданного текста путём видоизменения его отдельных элементов; чаще всего эти документы одинаковы для групп однородных предприятий (*штатное расписание, положение о персонале* и др.). Если в типовом документе постоянные элементы отпечатаны типографским способом, а для переменных предусмотрены пробелы, которые заполняются при его составлении, то такой документ называют **трафаретным** (*анкеты, некоторые виды справок, трудовые договоры*).

4. ***По срокам исполнения***: *срочные* и *бессрочные*. В **срочных** документах содержится указание на выполнение некоторых действий в ограниченный временной период (*распоряжения, указания* и др.). Действие **бессрочных** документов не ограничено временными рамками (*указы, законы, некоторые виды инструкций*).

5. ***По происхождению***: *служебные* и *личные*. **Служебные** документы направлены на реализацию интересов организации (*приказы, деловые письма, контракты*). **Личные** документы, как правило, отражают взаимодействие отдельного физического лица с официальными органами или другими лицами (*заявление, доверенность, расписка, объяснительная записка* и др.).

6. ***По виду оформления***: *подлинник* (подписанный и надлежащим образом оформленный экземпляр документа, составленный в первый раз), *копия* (абсолютно точно воспроизводит подлинник, но имеет ограниченную юридическую силу, за исключением

нотариально заверенных.), *дубликат* (копия, имеющая одинаковую силу с подлинником, выдающаяся в случае его утери) и *выписки* (воспроизведение только одной из частей подлинника).

7. ***По функции***: **организационные** документы, направленные на регламентацию деятельности организации или предприятия (*устав, положение, штатное расписание, положение о персонале, должностную инструкцию*), **распорядительные** документы, содержащие конкретные распоряжения (*приказы, распоряжения, указания, решения*)., **информационно-справочные** документы, документы **по персоналу предприятия** (*трудовой договор, личные карточки, учётные карточки, анкеты*), **письма**, **договоры**.

Задание 1.*Проанализируйте текст официально-делового стиля:*

1. *Укажите характеристику данного текста с точки зрения классификации документов.*

2. *Обозначьте реквизиты и композиционные элементы государственного документа.*

3. *Опишите стилевые и языковые особенности текста*[10].

Федеральный закон от 1 июня 2005 г. N 53-ФЗ
«О государственном языке Российской Федерации»

С изменениями и дополнениями от: 2 июля 2013 г., 5 мая 2014 г.
Принят Государственной Думой 20 мая 2005 года
Одобрен Советом Федерации 25 мая 2005 года

Настоящий Федеральный закон направлен на обеспечение использования государственного языка Российской Федерации на всей территории Российской Федерации, обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации, защиту и развитие языковой культуры.

Статья 1. Русский язык как государственный язык Российской Федерации

1. В соответствии с Конституцией Российской Федерации государственным языком Российской Федерации на всей ее территории является русский язык.

2. Статус русского языка как государственного языка Российской Федерации предусматривает обязательность использования русского языка в сферах, определенных настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами, Законом Российской Федерации от 25 октября 1991 года N 1807-I «О языках народов Российской Федерации» и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, его защиту и поддержку, а также обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации.

3. Порядок утверждения норм современного русского литературного языка при его использовании в качестве государственного языка Российской Федерации, правил русской орфографии и пунктуации определяется Правительством Российской Федерации.

4. Государственный язык Российской Федерации является языком, способствующим взаимопониманию, укреплению межнациональных связей народов Российской Федерации в едином многонациональном государстве.

[10] Возможна работа по вариантам: 1 вариант – анализ Статьи 1; 2 вариант – анализ Статьи 3; 3 вариант – анализ статьи 4.

5. Защита и поддержка русского языка как государственного языка Российской Федерации способствуют приумножению и взаимообогащению духовной культуры народов Российской Федерации.

6. При использовании русского языка как государственного языка Российской Федерации не допускается использование слов и выражений, не соответствующих нормам современного русского литературного языка (в том числе нецензурной брани), за исключением иностранных слов, не имеющих общеупотребительных аналогов в русском языке.

7. Обязательность использования государственного языка Российской Федерации не должна толковаться как отрицание или умаление права на пользование государственными языками республик, находящихся в составе Российской Федерации, и языками народов Российской Федерации.

<…>

Статья 3. Сферы использования государственного языка Российской Федерации

1. Государственный язык Российской Федерации подлежит обязательному использованию:

1) в деятельности федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности, в том числе в деятельности по ведению делопроизводства;

2) в наименованиях федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности;

3) при подготовке и проведении выборов и референдумов;

4) в конституционном, гражданском, уголовном, административном судопроизводстве, судопроизводстве в арбитражных судах, делопроизводстве в федеральных судах, судопроизводстве и делопроизводстве у мировых судей и в других судах субъектов Российской Федерации;

5) при официальном опубликовании международных договоров Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов;

6) во взаимоотношениях федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, иных государственных органов, органов местного самоуправления, организаций всех форм собственности и граждан Российской Федерации, иностранных граждан, лиц без гражданства, общественных объединений;

7) при написании наименований географических объектов, нанесении надписей на дорожные знаки;

8) при оформлении документов, удостоверяющих личность гражданина Российской Федерации, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Российской Федерации, изготовлении бланков свидетельств о государственной регистрации актов гражданского состояния, оформлении документов об образовании и (или) о квалификации установленного в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 года N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» образца, а также других документов, оформление которых в соответствии с законодательством Российской Федерации осуществляется на государственном языке Российской Федерации, при оформлении адресов

отправителей и получателей телеграмм и почтовых отправлений, пересылаемых в пределах Российской Федерации, почтовых переводов денежных средств;

9) в продукции средств массовой информации;

9.1) при показах фильмов в кинозалах;

9.2) при публичных исполнениях произведений литературы, искусства, народного творчества посредством проведения театрально-зрелищных, культурно-просветительных, зрелищно-развлекательных мероприятий;

10) в рекламе;

11) в иных определенных федеральными законами сферах.

1.1. В сферах, указанных в пунктах 9, 9.1, 9.2 и 10 части 1 настоящей статьи, и в иных предусмотренных федеральными законами случаях наряду с государственным языком Российской Федерации могут использоваться государственные языки республик, находящихся в составе Российской Федерации, другие языки народов Российской Федерации, а в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, также иностранные языки.

<…>

Статья 4. Защита и поддержка государственного языка Российской Федерации

В целях защиты и поддержки государственного языка Российской Федерации федеральные органы государственной власти в пределах своей компетенции:

1) обеспечивают функционирование государственного языка Российской Федерации на всей территории Российской Федерации;

2) разрабатывают и принимают федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, разрабатывают и реализуют направленные на защиту и поддержку государственного языка Российской Федерации соответствующие федеральные целевые программы;

3) принимают меры, направленные на обеспечение права граждан Российской Федерации на пользование государственным языком Российской Федерации;

4) принимают меры по совершенствованию системы образования и системы подготовки специалистов в области русского языка и преподавателей русского языка как иностранного языка, а также осуществляют подготовку научно-педагогических кадров для образовательных организаций с обучением на русском языке за пределами Российской Федерации;

5) содействуют изучению русского языка за пределами Российской Федерации;

6) осуществляют государственную поддержку издания словарей и грамматик русского языка;

7) осуществляют контроль за соблюдением законодательства Российской Федерации о государственном языке Российской Федерации, в том числе за использованием слов и выражений, не соответствующих нормам современного русского литературного языка, путем организации проведения независимой экспертизы;

8) принимают иные меры по защите и поддержке государственного языка Российской Федерации.

<…>

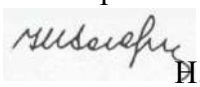
Президент Российской Федерации В. Путин

Задание 2. *Проанализируйте следующий текст*[11]*:*

1. *Обозначьте реквизиты и структурно-содержательные элементы документа.*

2. *Опишите стилевые и языковые особенности.*

3. *Имеются ли в тексте документа средства, не соответствующие требованиям официально-делового стиля? Докажите свою точку зрения.*

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор УГГУ**,** профессор

_____ Н.П. Косарев

РЕГЛАМЕНТ
ношения форменной одежды преподавателями,
сотрудниками и студентами УГГУ

1. Общие положения

Форменная одежда УГГУ – важнейший наряду с флагом и гербом символ корпоративной чести и достоинства, принадлежности преподавателей, сотрудников и студентов к высшему учебному заведению – Уральскому государственному горному университету.

Ношение форменной одежды в установленных случаях является почетным правом и обязанностью (моральным долгом) всех преподавателей, сотрудников и студентов УГГУ, облегченных этим доверием. По решению ректора почетное право ношения форменной одежды предоставляется заслуженным выпускникам.

Отказ от форменной одежды рассматривается как пренебрежение горняцким единством и неуважение к корпоративной символике Уральского государственного горного университета.

2. Руководящий состав университета: члены Ученого совета, включая ректорат, деканов, заведующих кафедрами, представителей студенческого, ветеранского и профсоюзного актива, а также руководителя управления отделов и служб, не входящие в Ученый совет, обязаны носить форму в следующих случаях:

– на всех рабочих совещаниях, проводимых ректором, первым проректором и проректором по научной работе;
– на заседаниях Ученого совета и Президиума Ученого совета университета, ученых советах факультетов;
– на торжественных собраниях сотрудников и студентов, митингах, конференциях, проводимых по планам ректората и деканатов;
– при участии в совещаниях, конференциях, торжественных собраниях и других официальных мероприятиях, проводимых органами власти, а также политическими, общественными и научными организациями.

3. Преподаватели университета, имеющие форму, обязаны быть в форменной одежде в следующих случаях:

– во время лекционных занятий;
– при участии в собраниях студентов, преподавателей, конференциях и митингах;

[11] Текст Регламента приводится без изменений и исправлений.

– при посещениях ректората и деканатов.

4. Сотрудники из числа административно-управленческого персонала (помощники ректора, проректоров, референты, секретари) обязаны быть в форменной одежде в следующих случаях:

– при нахождении на рабочем месте в дни проведения крупных общеуниверситетских мероприятий, при приеме делегаций, гостей и в иных случаях по распоряжению ректора;
– при участии, в том числе при орг. техническом обеспечении заседании Ученого совета и ректорских совещаний;
– при сопровождении ректора, проректоров во время официальных мероприятий вне университета.

5. Студенты – представители студенческого актива, имеющие форму, обязаны быть в форменной одежде:

– при посещении ректората, деканатов;
– на всех официальных мероприятиях, проводимых в университете;
– при участии в официальных мероприятиях, проводимых вне стен университета органами власти, политическими, общественными, научными и образовательными учреждениями.

6. По собственной инициативе студенты, сотрудники и преподаватели университета могут находиться в форменной одежде во всех случаях, если это не наносит ущерба почетному статусу формы и ее функциональному назначению.



Ученый секретарь совета, профессор О. В. Ошкордин
28.09.2005 г.

Задание 3.*Проанализируйте текст*[12] *с точки зрения использованных языковых средств, характерных для официально-делового стиля. Опишите средства, с помощью которых в тексте реализуется такая стилевая черта, как волюнтативность.*

Есть ли в Правилах отступления от требований официально-делового стиля? Подтвердите свою точку зрения, опираясь на текст документа.



Правила внутреннего распорядка обучающихся
в ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»
Дата введения 01 сентября 2014 года

<…>

5. Основные права и обязанности обучающихся

[12] Текст Правил внутреннего распорядка приводится без изменений и исправлений.

5.1 Права обучающихся

Обучающиеся в университете имеют право:

– получать образование в соответствии с ГОС и ФГОС (в т. ч. актуализированными ФГОС) обучаться в пределах этих стандартов по индивидуальным учебным планам, ускоренным курсам обучения;

– бесплатно пользоваться библиотечно-информационными ресурсами, получать дополнительные (в том числе платные) образовательные услуги;

– участвовать в управлении университетом;

– свободно выражать собственные мнения и убеждения;

– выбирать факультативные (необязательные для данного направления подготовки (специальности) и элективные (избираемые в обязательном порядке) курсы, предлагаемые факультетом и кафедрой;

– участвовать в формировании содержания своего образования при условии соблюдения требований ГОС и ФГОС (в т. ч. актуализированными ФГОС) среднего профессионального и высшего образования; указанное право может быть ограничено условиями договора, заключенного между студентом и физическим или юридическим лицом, оказывающим ему содействие в получении образования и последующем трудоустройстве;

– осваивать помимо учебных дисциплин по избранным направлениям подготовки (специальностям) любые другие учебные дисциплины, преподаваемые в университете, в порядке, предусмотренном Уставом, а также преподаваемые в других высших учебных заведениях (по согласованию между их руководителями);

– определять по согласованию с деканатом и кафедрами набор дисциплин по специальности в пределах, установленных учебным планом, а также посещать дополнительно любые виды учебных занятий, проводимых в университете;

– ставить перед деканом и ректором, руководителем территориально обособленного учебного подразделения вопрос о замене преподавателей, не обеспечивающих должное качество учебного материала, нарушающих расписание занятий, иные правила организации учебно-воспитательного процесса;

– участвовать в обсуждении и решении важнейших вопросов деятельности университета и его обособленных структурных подразделений, в том числе через общественные организации и органы управления;

– бесплатно пользоваться услугами учебных, научных, лечебных и других подразделений университета в порядке, установленном Уставом;

– принимать участие во всех видах научно-исследовательских работ, конференциях, симпозиумах;

– совмещать учебу с профессиональной деятельностью и иной работой;

– представлять свои работы для публикации, в том числе в изданиях университета;

– обжаловать приказы и распоряжения администрации высшего учебного заведения в установленном законодательством РФ порядке;

– переходить с платного договорного обучения на бесплатное обучение в порядке, предусмотренном Уставом университета;

– получать от университета информацию о положении дел в сфере занятости населения и возможностях трудоустройства по специальности в соответствии с заключенными договорами и законодательством о занятости выпускников образовательных учреждений.

Обучающиеся в университете по заочной форме, выполняющие учебный план, имеют право на дополнительный оплачиваемый и не оплачиваемый отпуск по месту работы, на сокращенную рабочую неделю и на другие льготы, которые предоставляются в порядке, устанавливаемом законодательством РФ (ст. 173-176 ТК РФ).

Обучающиеся в университете имеют право на свободное посещение мероприятий, не предусмотренных учебным планом.

Обучающиеся в университете имеют право на перевод в другое образовательное учреждение, реализующее образовательную программу соответствующего уровня, при согласии этого образовательного учреждения и успешном прохождении ими аттестации.

Обучающиеся в университете по очной форме обучения имеют право на получение отсрочки от призыва на военную службу в соответствии с Федеральным законом «О воинской обязанности и военной службе».

5.2 Обязанности обучающихся

Обучающиеся в университете обязаны:

– добросовестно посещать учебные занятия, глубоко овладевать теоретическими знаниями, практическими навыками и современными методами для работы по избранной специальности;

– выполнять в установленные сроки все виды заданий, предусмотренных соответствующими учебными планами и программами обучения;

– постоянно повышать общую культуру, нравственность и физическое совершенство;

– нетерпимо относиться к недостаткам в учебно-воспитательном процессе и быту;

– бережно и аккуратно относиться к учебным и иным помещениям, оборудованию, учебным пособиям, литературе, приборам, другому имуществу университета; без соответствующего разрешения студентам запрещается выносить предметы и оборудование из лабораторий, кабинетов, аудиторий, учебных, бытовых корпусов и других помещений;

– нести материальную ответственность за ущерб, причиненный имуществу университета в соответствии с нормами действующего законодательства;

– незамедлительно сообщать в администрацию университета о возникновении ситуации, представляющей угрозу жизни и здоровью людей, сохранности имущества университета;

– соблюдать требования Устава университета, настоящие Правила и Правила проживания в общежитиях;

– поддерживать деловую репутацию, честь и престиж университета.

Обучающиеся в территориально обособленном учебном подразделении университета (филиале) помимо указанных выше правомочий пользуются правами и исполняют обязанности, предусмотренные Положением о соответствующем структурном подразделении или договорами о профессиональной подготовке, включая договоры на индивидуальную подготовку специалиста.

При неявке на занятия по уважительным причинам обучающийся ставит об этом в известность декана факультета, руководителя (уполномоченного работника) иного учебного структурного подразделения и в первый день явки на учебу представляет данные о причине неявки и документы установленного образца (справки, письма, телеграммы и т. п.), содержащие сведения оправдательного характера.

5.3 Требования к ношению формы

Обучающиеся в университете должны быть дисциплинированными и опрятными, вести себя достойно в университете, на улице, в общественном месте и в быту. В соответствии с решением Ученого совета университета от 25.06.2004 года, обучающиеся обязаны носить форменную одежду в ниже перечисленных случаях:

– на всех совещаниях, проводимых ректором, проректорами и деканами факультетов;

– на торжественных собраниях коллектива, митингах и конференциях;

– при участии в совещаниях, конференциях, торжественных собраниях и иных официальных мероприятиях, проводимых органами власти, а также общественными и научными организациями, на которых обучающиеся университета являются его представителями;

– при участии, в т. ч. организационно-техническом обеспечении заседаний Ученого совета университета и ректорских совещаний; при сопровождении ректора, проректоров во время официальных мероприятий вне университета.

– в иных случаях по распоряжению ректора.

По собственной инициативе обучающиеся университета могут находиться в форменной одежде в иных случаях, если это не наносит ущерба почетному статусу формы и её функциональному назначению.

Запрещается ношение предметов формы одежды измененных или неустановленных образцов, а также знаков различия, не предусмотренных Положением о форменной одежде.

<…>

ТЕМА 12. ОФОРМЛЕНИЕ ДЕЛОВЫХ БУМАГ

Цель – научиться оформлять основные жанры деловых бумаг.

КОНСПЕКТ следующего материала к занятию (требуется записать определение, основные реквизиты и образец):

Заявление – это документ, содержащий просьбу, предложение или жалобу какого-либо лица.

Заявление, как и большинство деловых бумаг, составляется в произвольной форме от руки или печатается на листе бумаги формата А4.

Основные реквизиты заявления:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).

2. Сведения об адресате (должность, ФИО полностью, в некоторых случаях адрес или другая контактная информация).

3. Наименование жанра документа.

4. Основной текст заявления с точным изложением просьбы, предложения или жалобы.

5. Опись приложений к документу, если они имеются.

6. Дата.

7. Подпись.

Образец оформления заявления

Декану ФГиГ
проф. Талалаю А. Г.
от студента группы МПГ-16
Волкова Михаила Владимировича

Заявление

Прошу отпустить меня с занятий на 3 дня с 25 по 27 октября 2018 года в связи с участием в областных соревнованиях по футболу.

Копию справки-вызова прилагаю.

01.10.2018 г.

Доверенность – это документ, выдаваемый одним лицом (доверителем) другому лицу (доверенному) для представительства перед третьими лицами и дающий право доверенному лицу действовать от имени доверителя.

Доверенность предоставляет полномочия доверенному лицу предпринимать за доверителя какое-либо действие. В зависимости от вида полномочий различают три вида доверенности: 1) **разовая** (дает право на совершение одного конкретного действия), 2) **специальная** (дает право на совершение однородных действий), 3) **генеральная** (дает право на общее управление имуществом доверителя).

Основные реквизиты разовой доверенности:

1. Наименование жанра документа.

2. Наименование доверителя (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

3. Наименование доверенного лица (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

4. Формулировка доверяемой функции.

5. Дата.

6. Подпись.

Образец оформления разовой доверенности

Доверенность

Я, Зорянова Евгения Михайловна, студентка группы ВД-16 (паспорт: серия 3209 № 345177, выдан Отделом УФМС России по Свердловской области в Чкаловском районе гор. Екатеринбурга 09.06.2009 г., проживающая по адресу: г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 104, кв. 190), доверяю Соловчуку Сергею Станиславовичу, студенту группы ГМО-17 (паспорт: серия 5404 № 654321, выдан Железнодорожным РУВД г. Ульяновска 13.09. 2008

г., проживающему по адресу: г. Екатеринбург, ул. Сулимова, д. 63, кв. 77), получить в кассе УГГУ мою стипендию за март 2017 года.

25.02.2017 г. 

Расписка – это документ, подтверждающий произведенное кем-либо определенное действие (получение ценных предметов).

Расписка всегда составляется от руки. Если она имеет особо важное значение, ее необходимо заверить.

Основные реквизиты расписки:

1. Наименование жанра документа.

2. Наименование лица, получившего ценности (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

3. Наименование лица, выдавшего ценности (ФИО полностью, должность, паспортные данные, адрес регистрации или проживания).

4. Точное наименование полученных ценностей с указанием количества (цифрами и прописью).

5. Дата, до которой необходимо вернуть полученные ценности.

6. Дата.

7. Подпись.

Образец оформления расписки

Расписка

Я, Воробьева Наталия Александровна, студентка группы УП-17 (паспорт: серия 5009 № 2435672, выдан отделом УФМС Ленинского района г. Новосибирска 25.09.2005 г., проживающая по адресу: Свердловская область, г. Первоуральск, ул. Горького, д. 7, кв. 5), получила от Штиппеля Артемия Павловича, инженера кафедры ГД (паспорт: серия 6507 № 575849, выдан Отделом УФМС России по Свердловской области в Кировском районе г. Екатеринбурга 05.10.2004 г., проживающего по адресу: г. Екатеринбург, пер. Красный, д. 34, кв. 33), 10 000 (десять тысяч) рублей.

Обязуюсь вернуть указанную сумму до 31 декабря 2017 г.

07 ноября 2017 г. 

Докладная записка – это документ, информирующий адресата о сложившейся ситуации, а также содержащий выводы и предложения составителя.

Основной текст докладной записки делится на две части:

- в первой излагаются причины, послужившие поводом для ее написания;
- во второй анализируется сложившаяся ситуация, содержатся выводы и предложения о действиях, которые необходимо предпринять.

Основные реквизиты докладной записки:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).

2. Наименование жанра документа.

3. Основной текст, состоящий из двух смысловых частей.

4. Опись приложений к документу, если они имеются.

5. Подпись автора документа, состоящая из трех частей (должность, собственно личная подпись и расшифровка подписи).

6. Дата.

Образец оформления докладной записки

Ректору УГТУ
проф. Душину А. В.

Докладная записка

24 декабря 2018 г. примерно в 12.30 я сдал свой пуховик в гардероб 4 учебного корпуса. Через два часа (после окончания праздничных мероприятий) я попытался получить пуховик по бирке, но его не оказалось на вешалке. Студенты, дежурившие в гардеробе в тот день, отказались объяснять, что произошло и куда пропала моя одежда.

Прошу разобраться в сложившейся ситуации и помочь с поисками пуховика.

Описание прилагается.

Студент группы ТБ-17 *Вутенко Б. Н./*
25 декабря 2018 г.

Объяснительная записка – это документ, объясняющий причины какого-либо события, факта, поступка (нарушения трудовой или учебной дисциплины, невыполнение задания, поручения и т. д.).

Основной текст объяснительной записки делится на две части:

- в первой излагаются, констатируются факты нарушения;
- во второй объясняются причины нарушения.

Основные реквизиты объяснительной записки:

1. Сведения об адресате (должность, фамилия, инициалы).

2. Наименование жанра документа.

3. Основной текст, состоящий из двух смысловых частей.

4. Опись приложений к документу, если они имеются.

5. Подпись автора документа, состоящая из трех частей (должность, собственно личная подпись и расшифровка подписи).

6. Дата.

Образец оформления объяснительной записки

Зав. кафедрой ИЯДК
доц. Юсуповой Л. Г.

Объяснительная записка

05.03.2018 г. я опоздала на практическое занятие по иностранному языку по причине транспортной аварии на перекрестке улиц Малышева и Гагарина.

Выданную транспортным предприятием справку прилагаю.

Студентка группы МЭ-15  */Вайслер Ю. М./*

07.03.2018 г.

Задание 1.*Напишите от своего имени следующие жанры деловых бумаг:*

а) заявление с просьбой продлить Вам сессию на неделю;

б) заявление с просьбой принять Вас на работу;

в) доверенность на получение Вашей стипендии в этом месяце;

г) расписку в получении Вами образцов минералов для выполнения лабораторной работы;

д) докладную записку о пропаже Ваших личных вещей из аудитории;

е) объяснительную записку о пропуске Вами занятий в течение недели;

ж) объяснительную записку о неявке на экзамен.

Задание 2.*Исправьте допущенные ошибки в оформлении и содержании следующих документов. Обратите внимание на нарушение разного типа языковых норм (орфографических, пунктуационных, лексических и грамматических). Запишите исправленный вариант.*

Текст 1

Декану УГТУ
От студента III курса очной формы обучения факультета гражданской защиты
Волк Василия Васильевича

заявление

В связи с отъездом на лидерские сборы очень прошу разрешить не посещать мне занятия на следующей неделе.

09.09.18 г. 

Текст 2

Ректору УГТУ

Н. П. Косареву

доверенность.

Я, Задорин Виктор, студент УГТУ, даю право на получение получаемой мной стипендии студенту Гудину Александру Геннадьевичу (паспорт 6509 номер 124338, ул. Мира, 90-1).

1.5.18 г.  */Задорин В. З./*

Текст 3

Кафедре ИЯДК

расписка

Я – Пустник Валентин Тимурович, прошу выдать мне учебные пособия для практических занятий. Автор – Мясникова Юлия Марковна в размере одной штуки. Паспортные данные – серия 6102, номер 879521, УФМС России, дата рождения – 19.02.2000 года, проживаю в городе Лангепас на улице Парковая, 7.

Обязуюсь вернуть в срок.

25 сентября 

Текст 4

Декану ГМФ
Козину Владимиру
Зиновьевичу

Докладная

Уважаемый Владимир Зиновьевич!

Сегодня я, Курпатова Вера, студентка ГМФ, оставила без присмотра свои вещи в учебной аудитории 2240. При возвращении моих вещей в аудитории не было. Я очень расстроилась.

Пропали: куртка черная кожанная, красная сумка в цветочек, белый платок.



1 октября 2018 года

Текст 5

Зав. кафедрыТПФ Волкову М. Н.
От студента Хлебникова Семена.

Объяснительная о прогуле

Я, Семен Хлебников, отсутствовал на занятиях два месяца всвязи болезни. Справку из 6 городской больницы прилогаю.

01.11.18 *Хлебников С.*

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

№ п/п	*Наименование*
1	*Веселкова Т. В.* Культура устной и письменной коммуникации: учебное пособие / Т. В. Веселкова, И. С. Выходцева, Н. В. Любезнова. – Саратов: Вузовское образование, ИЦ «Наука», 2020. – 264 с. – ISBN 978-5-4487-0707-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/94281.html
2	*Культура устной и письменной речи делового человека*: Справочник. Практикум. М.: Флинта: Наука, 2012 (и другие издания).
3	*Меленскова Е. С.* Культура речи и стилистика русского языка: учебное пособие для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 –«Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 87 с.
4	*Меленскова Е. С.* Русский язык делового общения: учебное пособие для студентов всех специальностей и направлений подготовки. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 80 с.
5	*Меленскова Е. С.* Русский язык и культуре речи: учебное пособие с тестовыми заданиями для студентов специальностей 21.05.02 – «Прикладная геология», 21.05.03 – «Технология геологической разведки», 21.05.04 – «Горное дело» / Е. С. Меленскова. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 98 с.

Дополнительная литература

№ п/п	*Наименование*
1.	*Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.* Русский язык и культура речи: учебное пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 544 с. (и другие стереотипные издания)
2.	*Введенская Л. А., Павлова Л. Г., Кашаева Е. Ю.* Русский язык и культура речи для инженеров: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 384 с.
3.	*Голуб И. Б.* Русский язык и культура речи: учебное пособие / И. Б. Голуб. – Москва: Логос, 2014. – 432 с. – ISBN 978-5-98704-534-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/39711.html
4.	*Зверева Е. Н.* Русский язык и культура речи в профессиональной коммуникации: учебное пособие / Е. Н. Зверева, С. С. Хромов. – Москва: Евразийский открытый институт, 2012. – 432 с. – ISBN 978-5-374-00575-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/14648.html
5.	*Культура научной и деловой речи*: учебное пособие для студентов-иностранцев / М. Б. Будильцева, И. Ю. Варламова, Н. С. Новикова, Н. Ю. Царёва. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2013. – 240 с. – ISBN 978-5-209-05463-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22186.html

6.	*Курганская М. Я.* Деловые коммуникации: курс лекций / М. Я. Курганская. – Москва: Московский гуманитарный университет, 2013. – 121 с. – ISBN 978-5-98079-935-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22455.html
7.	*Лапынина Н. Н.* Русский язык и культура речи: курс лекций / Н. Н. Лапынина. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 161 с. – ISBN 978-5-89040-431-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/22667.html
8.	*Меленскова Е. С.* Культура речи и деловое общение: тестовые задания для студентов всех специальностей. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 78 с.
9.	*Меленскова Е. С.* Русский язык и культура речи: учебное пособие с упражнениями и контрольными работами для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 80 с.
10.	*Меленскова Е. С.* Стилистика русского языка: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 86 с.
11.	*Петрова Ю. А.* Культура и стиль делового общения: учебное пособие / Ю. А. Петрова. – Москва: ГроссМедиа, 2007. – 190 с. – ISBN 5-476-003-476. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/1129.html
12.	*Решетникова Е. В.* Русский язык в деловых коммуникациях: учебное пособие / Е. В. Решетникова. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2018. – 99 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/84078.html
13.	*Скворцов Л. И.* Большой толковый словарь правильной русской речи / Л. И. Скворцов. – Москва: Мир и Образование, Оникс, 2009. – 1104 с. – ISBN 978-5-94666-556-8. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/14555.html
14.	*Усанова О. Г.* Культура профессионального речевого общения: учебно-методическое пособие / О. Г. Усанова. – Челябинск: Челябинский государственный институт культуры, 2008. – 93 с. – ISBN 5-94839-062-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/56426.html
15.	*Федосюк М. Ю., Ладыженская Т. А., Михайлова О. А., Николина Н. А.* Русский язык для студентов-нефилологов: учебное пособие. М.:Флинта: Наука, 2014 (и другие стереотипные издания)

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. *ГОСТ 6.30-2003.* «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов» (электронная публикация http://docs.cntd.ru/document/1200031361).

2. *Грамота (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramota.ru.
3. *Культура письменной речи (сайт)* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gramma.ru.
4. *Русский язык*: *энциклопедия русского языка (сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://russkiyyazik.ru.
5. *Словари и энциклопедии по русскому языку на Академике(сайт).* [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dic.academic.ru.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.О.08 ОСНОВЫ ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ И ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ

Специальность
21.04.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Автор: Слукин С.В., ст. преподаватель

Одобрены на заседании кафедры
Антикризисного управления и оценочной деятельности
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*
Мальцев Н.В.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 02.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
Инженерно-экономического факультета
(название факультета)
Председатель _____ *(подпись)*
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург
2022

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов бакалавриата по направлению подготовки при организации самостоятельной работы по дисциплине «Основы правовых знаний и финансовой грамотности» в рамках подготовки и защиты контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы, содержание и порядок ее выполнения, комплект вариантов контрольных работ, требования к ее оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Выполнение контрольной работы в виде расчетной работы практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа представленных материалов, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов, а также принятия нестандартного решения и аргументации собственной точки зрения.

Расчетная работа предполагает творческое осмысление полученного в результате полевого исследования рынка материала, сопоставление различных точек зрения по исследуемой проблеме, выработка собственного решения поставленной задачи и его аргументацию.

Тема контрольной работы – «Прогнозирование рыночной доли на конкурентном рынке». Студенту предоставляется индивидуальное задание в виде результатов анкетирования покупателей. Студенту необходимо обработать анкету, рассчитать необходимые показатели, сделать прогноз долей рынка, оформить и наглядно представить полученные результаты и сделать окончательные выводы.

СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна выполняться в соответствие с вариантом номер которого зависит от начальной буквы фамилии студента.

Вариант 1.
(начальные буквы от «А» до «Е»)

Задание 1. В марте 2022 г. в результате проведения земельным инспектором проверки состояния земельного участка, занимаемого авторемонтным предприятием, расположенного в г. Москве, было выявлено захламление земельного участка и его загрязнение химическими веществами. Какие сведения государственного земельного кадастра должны быть использованы в ходе проведения проверки?

Какие санкции могут быть применены к нарушителю?

Оцените размер ущерба от захламления земельного участка и его загрязнения химическими веществами.

Задание 2. Директор предприятия промышленности издал приказ о переводе работников на неполную рабочую неделю в связи с тяжелой экономической обстановкой. Инженер Сергеев отказался выполнять распоряжение так как считал что такой перевод возможен только с его письменного согласия и продолжил посещать рабочее место в обычном режиме. Какие правовые последствия возникают в данном случае.

Задание 3. Слесарю Дорожкину, с 9 июля по 5 августа 2008 года был предоставлен ежегодный оплачиваемый отпуск продолжительностью 28 календарных дней. В расчетном периоде (по графику пятидневной рабочей недели) был отработан 61 рабочий день и начислено 9900 рублей. С 1 июня в организации произошло увеличение тарифных ставок в 1,5 раза. *Рассчитайте размер отпускных.*

Задание 4. Работнику завода резинотехнических изделий заработная плата за месяц полностью была выдана, изготавливаемыми заводом автомобильными шинами. Члену сельскохозяйственного кооператива половина заработной платы за лето была выдана сельскохозяйственной продукцией. Работнику ликероводочного завода 25% заработной платы за месяц было выдано производимым на заводе бренди. *Дайте правовую оценку возможности такой выплаты заработной платы по каждому из перечисленных случаев.*

Вариант 2.

(начальные буквы от «Ж» до «М»)

Задание 1. Директор торгового центра установил наценку на сахар приобретаемый сверх установленной торговым центром нормы в 50 процентов. Насколько законно установление данной наценки? Опишите механизм привлечения директора к ответственности

Задание 2. В нотариальную контору г. Екатеринбурга обратились супруги Беловы с просьбой удостоверить соглашение, согласно которому после их развода Белов не будет претендовать на раздел совместно нажитого имущества, стороны не будут предъявлять друг другу каких-либо требований по содержанию малолетних детей и Белова до совершеннолетия детей не будет вступать в новый брак. Нотариус отказал в удостоверении соглашения.

Прав ли нотариус? Можно ли обжаловать его действия?

Задание 3. Зиновьев проиграл в карты Анисимову крупную сумму денег. Обязательство вернуть долг было оформлено распиской со сроком возврата через 7 дней после составления расписки. В случае задержки исполнения обязательства Зиновьев должен был выплатить Анисимову штраф в размере половины долга.

Спустя 9 дней с даты составления расписки деньги были возвращены. Поскольку Зиновьев нарушил срок уплаты долга Анисимов обратился в суд с требованием о взыскании штрафа.

Решите дело.

Задание 4. Ворошилов, преподаватель музыкального училища, имел в собственности скрипку Страдивари. Желая, чтобы скрипка после его смерти досталась самому талантливому из его учеников Углову, Ворошилов составил с Угловым договор купли-продажи скрипки и передал инструмент. Договор был составлен в простой письменной форме, денег за скрипку Ворошилов не получил. О произошедшем знали два товарища Углова.

После смерти Ворошилова наследники потребовали возврата скрипки, но Углов отказался это сделать, предложив выплатить им сумму, указанную в договоре. Наследники обратились в суд.

Вариант 3.
(начальные буквы от «Н» до «Т»)

Задание 1. Работник одного из предприятий химической промышленности сообщил в прокуратуру сведения о нарушении законодательства об экологии на предприятии где о работает по трудовому договору. В ходе проверки нарушений законодательства установлено не было. К каким видом ответственности может быть привлечен работник.

Задание 2. Недавно работающий на молочном заводе слесарь Сметанин, будучи в состоянии похмелья, уснул на работе. На прежнем месте работы он имел несколько взысканий, со дня последнего прошло меньше года. Учитывая это, администрация уволила его по п. 5 ст. 81 ТК РФ. Правомерно ли это?

Задание 3. Токарю Резцову объявлен выговор за работу на станке без защитных очков, а крановщику Крюкову – за отказ от сдачи экзаменов по технике безопасности. Указанные меры воздействия на рабочих не повлияли. Через три дня Резцов был замечен работающим без очков. Крюков, так и не смог сдать экзамен. Законно ли уволить обоих по п. 5 ст. 81 ТК РФ?

Задание 4. Буфетчица завода Ткачева была уволена по п. 5 ст. 81 ТК РФ. Она, несмотря на неоднократные напоминания, не прошла медицинского осмотра, за что приказом заведующей столовой сначала была отстранена от работы с объявлением выговора, затем из-за дальнейших отказов уволена (приказ об увольнении подписан директором столовой). Законно ли это?

Вариант 4.
(начальные буквы от «У» до «Ч»)

Задание 1. Управляющий бака зная о предстоящем запрете на процедуру обналичивания валюты. Снял со своего счета 15 марта 2022 года 40 тысяч долларов наличными. К какой ответственности он может быть привлечен?

Задание 2. Инспектор по кадрам Салтыкова была уволена по подп. «в» п.6 ст. 81 ТК РФ. Она отказалась предоставить следователю прокуратуры информацию о номерах домашних телефонов сотрудников завода. Законно ли увольнение?

Задание 3. Старший прораб строительного участка Тесный был уволен по подп. «д» п. 6 ст.81 ТК РФ. Он систематически нарушал правила внутреннего трудового распорядка (отказывался от сдачи экзаменов по строительным нормам, охране труда и техники безопасности, по правилам эксплуатации грузоподъемных кранов). Законно ли увольнение?

Задание 4. Воспитатель спецшколы получила на детей постельное белье и другие вещи, часть которых унесла домой для личного пользования. За данный проступок она была уволена по п. 8. Ст. 81 ТК РФ. По факту увольнения воспитатель обратилась в суд. При этом она утверждала, что у нее не было умысла похитить вещи. Она лишь планировала попользоваться ими и вернуть назад. Законно ли увольнение?

Вариант 5.
(начальные буквы от «Ш» до «Я»)

1. Проживающий один в коммунальной квартире Селиванов злоупотреблял спиртными напитками, нарушал покой соседей, которые и обратились в прокуратуру с заявлением о принятии к Селиванову необходимых мер. Прокурор района обратился к мировому судье с заявлением о признании Селиванова ограниченно дееспособным. К заявлению прокурором была приложена справка из психоневрологического диспансера, согласно которой Селиванов является хроническим алкоголиком и нуждается в ограничении дееспособности. Мировой судья вынес решение о признании Селиванова ограниченно дееспособным.

Оцените действия прокурора и суда.

2. С Григорьева были взысканы алименты в пользу Григорьевой на содержание несовершеннолетних детей. В связи с тем, что Григорьев не платил алименты и его место пребывания было неизвестно, он был объявлен в розыск. Григорьева обратилась к мировому судье с заявлением об объявлении ее бывшего мужа Григорьева умершим, поскольку сведения о месте его пребывания отсутствуют более 5 лет.

Мировой судья на основании заявления Григорьевой и справки жилищной конторы с последнего места жительства Григорьева вынес решение о признании последнего безвестно отсутствующим и разъяснил заявительнице, что через пять лет после вступления решения в законную силу она может подать заявление об объявлении Григорьева умершим.

Оцените действия суда.

3. Козловский взял взаймы у Попова 1500 рублей, о чем была составлена расписка, но поскольку сам расписаться Козловский не мог ввиду слепоты, он попросил это сделать своего знакомого Титова. По истечении установленного в расписке срока Попов потребовал вернуть ему деньги, но Козловский отказался по причине отсутствия средств. Попов обратился в суд. В судебном заседании выяснилось, что подпись Титова в расписке никем не заверена и сам он исчез. Ссылаясь на несоблюдение формы договора займа, Козловский иск не признал, тем не менее, получение денег он не отрицал и обещал их возвратить позднее.

Какое решение должен вынести суд?

4. Обухов работал в НИИ инженером-испытателем, у него была коллекция специальной литературы. Обухов решил подарить книги институту, о чем он объявил на заседании ученого совета и в интервью газете, издаваемой в НИИ.

Часть книг была передана Обуховым, о чем был составлен акт принятия книг на баланс. Не успев передать все книги, Обухов умер. Институт потребовал передачи оставшихся книг от наследника умершего. Сын Обухова, как единственный наследник, отказался выполнить требование НИИ и в свою очередь потребовал вернуть все книги, поскольку договор с его отцом и институтом не был надлежащим образом оформлен.

Как следует разрешить спор?

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Текст контрольной работы должен быть подготовлен в печатном виде. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе

шрифт должен быть таким: тип шрифта Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем работы – до 10 страниц. Титульный лист работы оформляется студентом по образцу, данному в приложении 1.

Все страницы работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Необходимо подробно представить и детально описать все выполненные расчеты. В конце работы в обязательном порядке должны быть представлены окончательные выводы.

ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
2. Ответы студента на вопросы преподавателя.
3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы студенту:

- Готовясь к защите работы, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом.
- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этой темы, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Проверяемая компетенция:

УК-10: способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности

УК-11: способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению

ОПК-1: способен применять законодательные основы в областях недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов

Критерии оценивания выполнения контрольной работы	*Количество баллов*

правильность выполнения задания	0-3
самостоятельность выполнения задания	0-1
аргументированность изложения решения и сформулированных выводов	0-1
Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»

3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Приложение 1

Образец оформления титульного листа контрольной работы (творческого задания)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Инженерно-экономический факультет

Кафедра экономики и менеджмента

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине
«Основы правовых знаний и финансовая грамотность»

на тему:

Вариант № 1

Руководитель:
доц., к. ф. н. Слукин С.В.
Студент гр. М-21
Воронов К.А.

Екатеринбург – 2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.08 ОСНОВЫ ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ И ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ

Специальность
21.04.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

год набора: 2023

Автор: Балашова Ю.В.

Одобрены на заседании кафедры
Антикризисного управления и оценочной деятельности
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Н.В. Мальцев
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 02.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
горно - механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ……..……..…6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……....11

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….....14

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……...…18

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……..…….....20

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……21

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении — это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знании должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа - лекционные, практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в дискуссиях, выполнение тестовых и практико-ориентированных заданий и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Основы правовых знаний*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Основы правовых знаний*» являются:

- повторение материала лекций;

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);

- подготовка к тестированию;

- выполнение контрольной работы;

- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Теория сочетания и взаимодействия современного права и экономики

1. Чем объясняется множественность теорий происхождения государства?

2. Что такое государство? Какие основные признаки присущи современному государству?

3. Охарактеризуйте внутренние функции государства. Охарактеризуйте внешние функции государства. Чем различаются правовые и неправовые формы осуществления функций государства?

4. Понятие формы государства. Что влияет на форму конкретного государства?

5. Понятие и виды монархии. Понятие и виды республик. Раскройте сущность и назначение государства.

6. Определение, признаки механизма государства. Что включает в себя структура механизма государства. Каковы виды государственных органов.

7. Проблемы совершенствования механизма Российского государства. Основные теории происхождения права. Причины и закономерности происхождения права.

8. Основные подходы к правопониманию.

9. Признаки права, отличающие его от социальных норм первобытного общества.

10. Что понимается под предметом правового регулирования?

11. Дайте характеристику централизованному и децентрализованному методу правового регулирования.

12. Каковы способы правового регулирования? Каковы типы правового регулирования?

13. Раскройте особенности индивидуального и нормативного регулирования.

14. Каковы критерии эффективности правового регулирования? Понятие и элементы механизма правового регулирования.

15. В чем проблема обеспечения эффективности правового регулирования отношений?

Тема 2. Основы конституционного, гражданского и семейного права

1. Понятие, сущность и юридическая природа основных (конституционных) прав, свобод и обязанностей граждан.

2. Классификация (виды) прав и свобод граждан. Механизм и гарантии реализации основных прав и свобод граждан.

3. Роль органов внутренних дел в обеспечении конституционных прав, свобод и обязанностей граждан.

4. Россия как федеративное государство: юридическая природа, принципы построения, особенности.

5. Предметы ведения РФ, их соотношение с компетенцией.

6. Субъекты РФ, их конституционно правовой статус.

7. Сколько и каких значений имеет термин конституционное право?

8. Каковы источники конституционного права как отрасли права?

9. Каковы функции Конституции РФ?

10. Какие виды конституций вам известны?

11. Что понимается в конституции под социальным государством?

12. Что означает принцип разделения властей, и какие ветви власти выделяются в РФ?

13. Какие личные права и свободы установлены в Конституции РФ?

14. Какие судебные гарантии соблюдения прав и свобод человека содержит Конституция РФ?

15. Чем отличается федерация от унитарного государства?

16. В чем особенности федерации в России?

17. Каковы полномочия Президента РФ в отношении законодательной и исполнительной ветвей власти?

18. Каковы полномочия Государственной Думы и Совета Федерации?

Действие гражданского законодательства во времени, пространстве и по кругу лиц. Аналогия закона и аналогия права.

19. Правоспособность граждан: понятие, черты и содержание. Дееспособность граждан. Дифференциация граждан по объему их дееспособности. Эмансипация граждан.

20. Понятие и признаки юридического лица. Виды и организационно-правовые формы юридических лиц.

21. Форма сделок. Правовые последствия нарушения формы сделок.

22. Сроки в гражданском праве: понятие, виды и значение для гражданско-правового регулирования общественных отношений.

23. Понятие права собственности. Формы и виды права собственности. Содержание субъективного права собственности.

24. Виды обязательств со множественностью лиц: долевые, солидарные, субсидиарные.

25. Обеспечение исполнения обязательств. Понятие и виды (способы) обеспечения исполнения обязательств.

26. Договор как юридический факт и как средство регулирования отношений его участников. Свобода договора и договорная дисциплина в условиях рыночной экономики.

27. Публичный договор. Договор присоединения. Предварительный договор.

28. Ответственность за вред, причиненный жизни и здоровью гражданина.

Семейный кодекс РФ как источник семейного права, его роль и место в системе семейного права.

28. Форма брака по российскому семейному праву. Порядок заключения брака. Признание фактических брачных отношений, возникших до 8 июля 1944 г.

29. Недействительность брака: понятие, основания, порядок и правовые последствия признания брака недействительным.

30. Понятие и основания прекращения брака. Расторжение брака в органах ЗАГСа.

31. Семейно-правовое алиментное обязательство: понятие, черты, содержание, основания возникновения и прекращения, юридическая природа.

32. Что относится к источникам семейного права России?

33. Что следует понимать под категорией «брак» в семейном праве?

34. Какими правилами обладают супруги по семейному законодательству Российской Федерации?

35. Что следует понимать под презумпцией отцовства?

36. Каков размер алиментных обязательств на содержание несовершеннолетних детей в случае развода родителей?

37. Каковы особенности усыновления в России?

Тема 3. Основы трудового права и права социального обеспечения

1. Соотношение федерального и регионального законодательства.

2. Понятие трудовой правосубъектности.

3. Порядок заключения трудовых договоров. Обязательные и факультативные условия трудового договора.

4. Нормативные акты, регулирующие вопросы трудовой дисциплины. Виды дисциплинарных взысканий.

5. Понятие материальной ответственности по трудовому праву, отличие ответственности по гражданскому праву.

6. Перечислите основные источники трудового права.

7. Назовите понятие и виды трудовых договоров.

8. Отметьте порядок заключения трудового договора.

9. Выделите особенности расторжения трудового договора: по инициативе работника, по инициативе работодателя.

10. Дайте понятие рабочего времени.

11. Укажите время отдыха: понятие и виды.

12. Охарактеризуйте понятие и систему заработной платы по российскому трудовому законодательству.

13. Назовите понятие трудовой дисциплины.

14. Перечислите виды дисциплинарных взысканий: порядок их наложения и снятия.

15. Кажите особенности материальная ответственность по российскому трудовому праву.

Тема 4. Основы финансового и налогового права

1. Опишите особенности налогового регулирования в России
2. Перечислите основные виды налогов.
3. Раскройте содержание налога на добавленную стоимость.
4. Перечислите и раскройте содержание основных видов налоговых вычетов.
5. Источники и основные принципы финансового и налогового права.
6. Финансовая система России.
7. Социально-экономическая сущность и функции финансов.
8. Финансовая система и характеристика ее звеньев.
9. Налоги и налогообложение в рыночной экономике в рыночной экономике.
10. Виды налогов и принципы налогообложения.
11. Налогообложение малого бизнеса.
12. Раскройте особенности экологического налогообложения в России.

Тема 5. Правовое регулирование рынка финансовых услуг в РФ

1. Раскройте правовое положение бирж в России.
2. Опишите основные виды финансовых услуг.
3. Раскройте особенности деятельности профессиональных участников рынка ценных бумаг.
4. Опишите источники и основные принципы финансового и налогового права.
5. Финансовая система России.
6. Социально-экономическая сущность и функции финансов.
7. Финансовая система и характеристика ее звеньев.
8. Налоги и налогообложение в рыночной экономике в рыночной экономике.
9. Виды налогов и принципы налогообложения.
10. Раскройте основные критерии налогообложение малого бизнеса.
11. Раскройте особенности налогообложения в сфере недропользования.
12. Финансово кредитное предпринимательство в России.
13. Понятие рынка финансовых услуг.
14. Особенности банковской деятельности в России.
15. Договор кредита, договор займа, договор финансирования под уступку денежного требования.

16. Правовое положение коммерческих банков. Правовое регулирование биржевой деятельности.

17. Правовое регулирование страховой деятельности. Центральный Банк России.

18. Правовое регулирование деятельности профессиональных участников рынка ценных бумаг.

Тема 6. Права потребителя и связанные с ними основы предпринимательского права в областях недропользования, разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов

1. Дайте понятие экологической политики.
2. Сформулируйте понятие «экологическое право».
3. В чем заключается отличие экологического права от других отраслей права России?
4. Опишите основные права и обязанности в сфере прав потребителей.
5. Что является предметом экологического права?
6. Что относится к источникам экологического права?
7. Какова роль России в деятельности международных организаций, обеспечивающих экологическую безопасность?
8. Дайте понятие предмета, метода, системы и источников административного права.
9. Раскройте содержание административно-правового статуса органов исполнительной власти Российской Федерации и субъектов Российской Федерации
10. Назовите понятие и виды форм государственного управления в сфере недропользования.
5. Раскройте понятие и особенности административной ответственности за правонарушение в экологической сфере.

Тема 7. Правовые основы волонтерской деятельности и антикоррупционное законодательство РФ

1. Перечислите и раскройте содержание законодательства регулирующего волонтерскую деятельность в России.
2. Дайте понятие волонтерской деятельности.
3. Раскройте основные понятия антикоррупционного законодательства.
4. Определите основные меры государственной политики по противодействию коррупции.
5. Дайте понятие информации.
6. Определите виды информации.
7. Какая информация относится к информации требующей защиты?
8. Сформулируйте понятия государственной и коммерческой тайны.

9. Какую информацию недопустимо относить к сведениям, составляющим государственную и коммерческую тайны?

10. Что является правовой основой защиты компьютерной информации?

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики– это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным;

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге;

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не

механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в

конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики, и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий– приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;

- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Основы правовых знаний*» обучающемуся рекомендуется:

1. Повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы правовых знаний*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса.

2. При изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса.

3. При изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию).

4. Следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.О.09 УПРАВЛЕНИЕ КОЛЛЕКТИВОМ

Специальность
21.05.04 Горное дело
Специализация

Горные машины и оборудование

Автор: Чащегорова Н.А., к.ф.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Управления персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

_Toc7387048
ВВЕДЕНИЕ 3
1. Общие указания по написанию контрольной работы 4
2. Структура и содержание контрольной работы 5
3. Оформление контрольной работы 6
4. Типичные ошибки студентов при написании контрольной работы 10
5. Критерии оценивания контрольной работы 11
6. План выполнения контрольной работы (по вариантам) 11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 13

ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа является одной из форм текущего контроля знаний студентов. Контрольная работа - индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углубленному изучению материала**.** Целью выполнения контрольной работы является:

- получить специальные знания по выбранной теме;

-углублённому изучению пройденного материала.

Основные задачи контрольной работы заключаются в:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработке навыков самостоятельной работы;

3) выяснение подготовленности студента к будущей практической работе

4)приобретение, систематизация и расширение знаний;

5)формирование умений н навыков работы с монографической и другой научной литературой, а также нормативными документами;

6)развитие умения правильно формулировать и раскрывать теоретические положения, аргументировать самостоятельные выводы и предложения на основе сопоставления различных мнений и взглядов;

7)овладение терминологией.

Учебным планом специальности, предусматривается написание контрольной работы по дисциплине. Данный вид письменной работы выполняется по темам выбранным самостоятельно. Перечень тем разрабатывается преподавателем.

1. Общие указания по написанию контрольной работы

Процесс подготовки к написанию и написания контрольной работы по можно разделить на ряд этапов:

-выбора темы;

-составления плана, подбора необходимой учебной и научной литературы, нормативного и фактологического материала;

-предварительного изучения источников;

-написания чернового варианта контрольной работы и его обработки, оформления контрольной работы и представления её на кафедру;

-в случае отклонения работы кафедрой или её неудовлетворительной оценки, доработки и переработки исходного текста.

После того, как тема контрольной работы определена, её выполнение следует продолжить составлением плана. Значение плана состоит в том, что он определяет основные цели работы, очерчивает круг тех вопросов, которые нужно осветить для полного и всестороннего раскрытия темы, позволяет избежать пробелов, повторений, освещения не относящихся к теме вопросов и обеспечить последовательность, логичность изложения материала.

При составлении плана студенту следует в точности придерживаться содержания того плана избранного им для написания варианта темы контрольных работ, который рекомендован кафедрой. Дополнять или сокращать его, самостоятельно включая туда новые основные вопросы и подвергая редакционной правке или опуская старые, обучающийся не имеет права.

Последующим этапом в действиях студента по подготовке к написанию контрольной работы должно стать изучение им необходимого минимума литературы по избранной теме. Для этого обучающийся должен собрать все те материалы – учебные пособия, справочники, словари и иные источники учебной или научной информации, – которые рекомендованы кафедрой в перечне литературы, обязательной для ознакомления с данной темой. Кроме того, для расширения и детализации отдельных вопросов обучающийся может использовать дополнительную литературу (монографии, брошюры, статьи из газет и журналов, аналитические записки), которую он подбирает самостоятельно. При этом следует учитывать, что лучше подбирать литературу последних изданий, активно используя при этом библиографические справки и систематические каталоги, оглавления, аннотации и предметные указатели книг и брошюр. Изучая литературу и иные источники, необходимо делать заметки, записывать наиболее интересные высказывания авторов и свои собственные мысли. Делать это следует на отдельных листах или карточках, группируя их затем по вопросам плана. По завершении сбора и изучения литературы обучающийся должен ещё раз продумать план с тем, чтобы приступить далее к составлению чернового варианта контрольной работы.

При написании текста контрольной работы уже в черновом варианте изложение каждого вопроса необходимо начать с постановки проблемы, с выяснения её содержания. Затем нужно переходить к её анализу, при необходимости – для определения исходного пункта анализа, формулировки основополагающих положений, определений или понятий, либо для подтверждения своих мыслей – приводя цитаты, однако увлекаться ими студенту не стоит. Излагаемый материал необходимо органически увязать с современностью, практической деятельностью.

Черновик контрольной работы целесообразно писать на отдельных листах и только с одной стороны, оставляя большие поля и просветы между абзацами. Это даст возможность легко внести необходимые поправки, дополнения, осуществить

перестановку абзацев и убрать повторения. По окончании работы над черновым вариантом его следует внимательно прочесть, тщательно отредактировать и переписать (перепечатать) набело, соблюдая правила оформления, изложенные ранее в настоящих методических рекомендациях. Только в таком виде контрольная работа может быть представлена на кафедру.

Контрольные работы, оформление и содержание которых соответствует требованиям, установленным кафедрой для письменных работ по данной учебной дисциплине, рецензируется отметкой «допущена к защите». Одновременно в хранящемся на кафедре журнале учёта рецензирования контрольных работ делается запись о том, что контрольная работа проверена и допускается для последующей защиты. После защиты работы студентов остаются на кафедре, где хранятся в течение одного года и затем уничтожаются.

Если содержание или оформление письменной контрольной работы будет признано преподавателем неудовлетворительным, то такая работа оценивается отметкой «не допущена к защите». В этом случае на лицевой или оборотной стороне обложки контрольной работы, либо на прилагаемом к ней отдельном листе, пишется отзыв (рецензия), в котором указываются конкретные причины, по которым данная контрольная работа была оценена неудовлетворительно, и указываются пути устранения выявленных недостатков.

Не допущенная контрольная работа вместе с рецензией возвращается кафедрой через методиста студенту на переделку или доработку. Последний обязан внимательно ознакомиться с письменным отзывом (рецензией) преподавателя, с его пометками в тексте и на полях работы. Если замечания касаются оформления, то ему следует переоформить работу в соответствии с указаниями преподавателя. Если замечания относятся к содержанию, то студенту путём дополнительного изучения необходимых источников и материалов необходимо следующим образом доработать или переработать исходный текст:

- на вопросы, которые были освещены неправильно, сформулировать правильные ответы;
- на неосвещённые вопросы дать ответы;
- на вопросы, освещённые неполно, подготовить дополнения к ответам.

Доработанная или переработанная контрольная работа представляется обучающимся на кафедру, при этом, если сроки её фактического предоставления не совпадут по времени с итоговой аттестацией студента по данной дисциплине, кафедра имеет право не допустить его до прохождения итоговой аттестации до завершения проверки указанной контрольной работы.

По всем возникшим вопросам студенту следует обращаться за консультацией преподавателю. Срок выполнения контрольной работы определяется преподавателем и она должна быть сдана не позднее, чем за неделю до экзамена/ зачета.

Перед сдачей контрольной работы студент проверяет его в системе «Антиплагиат» (http://www.antiplagiat.ru/), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования реферата в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования реферата в данной системе (с указанием процента авторского текста), студент в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста реферата, который не подлежит доработке или замене.

В случае отрицательной оценки, студент должен ознакомиться с замечаниями и, устранив недостатки, повторно сдать работу на проверку.

2. Структура и содержание контрольной работы

Работа должна включать титульный лист, оглавление, введение, основную часть, состоящую из нескольких разделов или параграфов, заключение, список источников и литературы.

Во **«введении»** необходимо кратко раскрыть значение и актуальность изучаемого вопроса (темы), назвать основные задачи работы, ее хронологические рамки, обосновать структуру, дать краткий обзор источников и литературы по теме.

Обзор источников и литературы не должен сводиться к перечислению использованного автором нормативного материала и опубликованных статей. В нем следует дать анализ источников и литературы. В зависимости от объема и целевого назначения работы, обзор источников и литературы может быть представлен отдельным параграфом или разделом в основной части работы.

Основная часть контрольной работы должна быть изложена в соответствии с планом, освещать состояние и содержать анализ рассматриваемых вопросов с учетом современного уровня развития теоретических знаний и опыта практической работы организаций.

При раскрытии той или иной темы студент должен стремиться подробно и глубоко изложить круг вопросов, входящих в нее. По мере рассмотрения материала отдельные положения контрольной работы следует иллюстрировать примерами из литературы и, по возможности, из практики работы конкретных архивов с обязательными ссылками на литературу и источники.

В **заключении** контрольной работы необходимо подвести итоги теоретической и практической разработки вопросов.

Список источников и литературы представляет собой перечень использованных работ по теме, в котором указываются фамилии и инициалы автора (авторов), название работы, место, время ее опубликования и страницы.

3. Оформление контрольной работы

Перед тем, как рассмотреть оформление заголовков, отметим, что работа обычно печатается 14-м размером шрифта Times New Roman (это не регламентируется ГОСТом, однако используется в большинстве отечественных высших учебных заведений). Общепринятый междустрочный интервал – 1,5. На каждой странице должны присутствовать стандартные поля (сверху и снизу – по 2 см, слева – 3 см, справа – 1 см).Объем контрольной работы-15-20 страниц машинописного текста.

Работа нумеруется с помощью арабских цифр, начиная со страницы введения. Она в общей структуре следует под номером «3».

Контрольная по ГОСТу 2018, пример которой (фрагменты) в иллюстративном виде подаем в данной статье, должна содержать заголовки первого и иногда второго уровней. Правила их присутствия в исследовании такие:

1. заголовки выравниваются по центру или по правому краю (этот момент выясняют у научного руководителя или в методичке);
2. названия структурных элементов (ОГЛАВЛЕНИЕ, ЗАДАНИЕ 1, ЗАДАНИЕ 2 ЗАКЛЮЧЕНИЕ) прописываются заглавными буквами;
3. используется тот же размер шрифта, что и для основного текста (по умолчанию – 14);
4. заголовки выделяют полужирным начертанием;
5. между заголовком и текстом оставляют две пустые строчки;
6. переносы, авторские сокращения, точки в конце заголовков не используются;
7. новые разделы и подразделы начинаются с чистого листа.

Каждый новый раздел основной части начинается с новой страницы. Это же правило относится и к другим структурным частям работы: введению, заключению, списку источников и литературы, приложениям.

Расстояние между заголовком и последующим текстом, а также расстояние между заголовком главы и параграфа должно быть равно одному межстрочному интервалу. Расстояние между последней строкой предыдущего параграфа и названием следующего параграфа – два межстрочных интервала. Точку в конце заголовка, расположенного в середине строки, не ставят. Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовке нельзя.

Нумерация страниц проставляется арабскими цифрами, в центре нижней части листа без точки, начиная с третьей страницы. На титульном листе и содержании номера страниц не ставятся. Необходимо соблюдать сквозную нумерацию во всей работе. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включаются в общую нумерацию.

Иллюстрации. Часть информации, содержащейся в курсовой работе, оформляется в виде иллюстраций (чертежи, схемы, графики, таблицы, фотоматериалы). Они могут располагаться в тексте или помещаться в приложении. Но в любом случае на каждую иллюстрацию в тексте должны быть ссылки. Иллюстрации, расположенные в тексте имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Причем, отдельно нумеруются рисунки, отдельно таблицы. Иллюстрации расположенные в приложениях располагаются под номерами приложений. Ссылки на них в тексте предполагают обращение к соответствующим приложениям.

Оформление рисунков и иллюстраций

Иллюстрации размещаются в тексте по мере необходимости для пояснения текста. Они могут располагаться как в самом тексте, сразу после текста, к которому они относятся, или в конце. Иллюстрации должны соответствовать регламентам ЕСКД и СПДС. Иллюстрации пронумеровываются сквозной нумерацией арабскими цифрами. Исключение составляют иллюстрации, размещённые в приложениях. В этом случае применяется отдельная нумерация арабскими цифрами для иллюстраций приложения с добавлением обозначения данного приложения. Например,- Рисунок В-2.

Можно иллюстрации нумеровать в рамках раздела. При этом ее номер включает в себя номер раздела и номер самой иллюстрации в разделе. Пример,- Рисунок 3.2.

В случае необходимости иллюстрации могут иметь пояснения, образуя, так называемый, подрисуночный текст. Сначала идёт пояснительный текст к рисунку, затем сам рисунок с нумерацией и его наименование.

На все иллюстрации в документе в обязательном порядке должны быть даны ссылки в тексте с указанием порядкового номера.

Иллюстрации в виде чертежей, графиков, схем, диаграмм, размещённые в статье представляются отдельными графическими изображениями и файлами электронных документов.

Подсказки по оформлению рисунков. Эта подборка подсказок поможет ответить на наиболее популярные вопросы, которые возникают у студентов при оформлении рисунков в различных видах научных работ: если рисунков в работе немного, лучше размещать их в основном тексте, а не в приложениях; подписи к рисункам должны быть предельно лаконичными; рисунок должен быть качественным, чтобы все его элементы были четкими, при несоблюдении этого требования, работу могут вернуть на доработку; если размеры рисунков не позволяют поместить их на формат А4, уменьшите объекты до нужного размера, однако следите за тем, чтобы при этом сохранилась четкость изображения; очень большие схемы, разрешается печатать их на листах формата А3; рисунок, схема, чертеж и т.д. должны быть на одной странице с подписью к ним. Рисунки в научных работах могут размещаться в основном тексте или

же в приложениях. Очень важно сразу определиться, какой формат подачи будет использоваться, чтобы потом не тратить время на переделывание.

Таблицы

Таблицы, задействованные в работе, должны быть ссылки в основном тексте. Их пишем так: см. Таблицу 1. Окошко таблицы вставляем сразу после абзаца, в котором на нее ссылаемся. У каждой таблички имеется номер. Его и проставляем. Как правило, применяется сквозная нумерация во всей работе, либо нумерация в рамках раздела. Если прибегаем к нумерации в рамках раздела проставляем два знака, разделенные точкой. Например: Таблица 4.7 . Четверка здесь говорит о разделе, семерка о номере таблицы по порядку в разделе.

Для текста таблицы берется шрифт Times New Roman, выполняемый 12 кеглем (используется для написания всего текста внутри таблицы) и 14 кеглем (для названий) с одинарным междустрочным интервалом. По ширине таблички заполняют все имеющееся поле.

Оформление таблиц по ГОСТу 2018 года выдвигает несколько иные требования к таблицам в приложениях – их следует нумеровать немного иначе. В нумерации здесь присутствует буква – наименование приложения и порядковый номер таблицы (арабская цифра). Пример: Таблица А.3

Понятно, что слово «Таблица» пишется полностью, без сокращений с большой буквы. Размещают его слева, над верхней ограничительной табличной линией. Каждая таблица имеет заголовок, который указывается рядом со словом «Таблица».

Наименование должно быть кратким, точным и отражать ее содержимое. При расположении его над самой таблицей абзацный отступ не соблюдается. Набирается предложение одной строкой, без точки в конце.

Пример: Таблица 2.8 – Наименование

Ошибки при оформлении таблиц

Когда речь идет об оформлении таблиц по ГОСТу 2018 года, существуют нюансы, которые ни в коем случае нельзя нарушать. Первое – запрещается ставить кавычки или схожие элементы вместо повторяющихся частей таблицы.

Второе – не рекомендуется оставлять ячейки без данных. Можно вставить прочерк (символ «тире»), но не бросать пустую.

Третье – отрывать тему таблицы от самих ячеек при переносе с предыдущей страницы на следующую нельзя. Рекомендуется указывать наименование, делать «шапку», под ней пару – тройку табличных строчек, и лишь после переносить основную часть таблицы на новую страницу. Начальный кусочек горизонтальной чертой не подчеркиваем. Над второй частью таблицы набираем с левой стороны «Продолжение таблицы» с номером. Название помещают только над первой частью таблицы.

Например: Продолжение таблицы 3.

При подготовке текстовых документов с использованием программных средств надпись «Продолжение таблицы» допускается не указывать.

Запрещается заголовки набирать лишь строчными буквами. С заглавной буквы в единственном числе набирают наименования табличных столбцов и строчек; подзаголовки пишутся строчными буквами (когда имеется смысловое продолжение заголовка) или с прописной (в случаях указания самостоятельной смысловой составляющей). Не следует ставить в конце заголовков и подзаголовков точки. Разрешается надписывать столбцы и вертикально, и горизонтально.

Таблицу без графической сетки использовать не разрешается. Очерчивать строки с данными в некоторых редких случаях не обязательно, но верхушка таблицы с наименованиями всегда очерчивается ограничительной линией.

В работах не используют заимствованные таблицы без указания первоисточника. Информация располагается под таблицей, с абзаца.

Ссылки

Правила составления библиографических ссылок распространяющиеся на оформление цитирования интернет-источников, ссылок на кинофильмы, а также в случае специфичных текстов, как диссертация, манускрипты. Основные правила оформления ссылок на источники указаны в **ГОСТ Р 7.0.5-2008**.

1. Пример первичной ссылки на источник: Ссылки вставляются прямо в тексте научной работы в виде [1, С. 2] или просто [1]. Сами ссылки должны вести на список использованных источников, первая цифра – порядковый номер, вторая – страница местонахождения цитируемой информации
2. Список источников оформляется в алфавитном порядке в конце научной статьи.

В **список литературы и источников** помещаются только те произведения, которые привлекались автором в тексте основной части и во введении, что отражено в текстах сносок.

Пример оформления списка литературы по ГОСТу 2018 демонстрирует, что все источники должны быть расположены в определенном порядке:

1. в первую очередь указываются законодательные акты (международные, государственные, муниципальные) и официальная статистика;
2. далее следуют источники на русском языке;
3. после них в алфавитном порядке располагают книги и документы, изданные на иностранных языках;
4. в завершение указываются электронные ресурсы, использованные для написания текста.

Стандартно, в ссответствии с ГОСТ, располагают книги и статьи в алфавитном порядке, по фамилии автора.

Пример оформления списка литературы по ГОСТу 2018 (книги и статьи с одним или несколькими авторами)

Приведем пример оформления списка литературы по ГОСТу 2018 для источников с одним или несколькими авторами (учебники, монографии и т.д.).

Общепринятая схема здесь такова: фамилия автора, инициалы (после запятой или без нее), наименование книги, косая черта, после которой указывается тип книги.

Далее город, где издана книга, наименование издательства, год и количество страниц.

Более наглядно эту схему демонстрирует пример:

1. Пример оформления книги: Галов, М. Т. История средних веков. Ч.2. Древние Греция и Рим / М. Т. Галов. – 2-е изд., доп. – М.: Юника, 2016. – 333 с.
2. Пример оформления журнальной статьи: Арманова, Л. Г. К вопросу об установлении империи в Риме / Л. Г. Арманова // Вопросы истории. – 2016. — №3. — С. 20-25. Здесь применяется стандартная схема оформления статьи: автор – название статьи – наименование журнала – год выпуска – номер страницы).
3. Пример оформления электронного источника: Протченкова, Т. М. Психологический словарь [Электронный ресурс] / Т.М. Протченкова / Р. М. Никеев // Психология: науч.-метод. журн. – 2014.— № 15. – Режим доступа: http://… – (Дата обращения: 20.09.2018).

Оформление приложений

Приложения бывают двух видов: информационные и обязательные. Информационные приложения могут носить справочный и рекомендуемый характер.

Требования редакции журналов ВАК В тексте обязательно даются ссылки на все приложения. А сами приложения располагаются в порядке очерёдности ссылок на них в тексте. Исключение составляет Приложение «Библиография», которое всегда следует последним.

Каждое приложение начинается на новой странице с указанием его названия и под ним в скобках помечают «обязательное», если оно обязательное и «рекомендуемое» или «справочное», если оно информационное.

Приложения обозначаются русскими или латинскими заглавными буквами, которые следуют за его названием и имеют сквозную нумерацию страниц со всем текстом.

Документы, которые содержатся в приложении, обозначаются его заглавной буквой и имеют свой номер в этом приложении. Если имеется содержание текста, то в нём обязательно указываются все приложения с их номерами и заголовками.

Окончательный вариант текста работы необходимо распечатать и вставить в папку-скоросшиватель. Законченный и оформленный в соответствии с техническими требованиями реферат подписывается студентом и представляется в распечатанном и в электронном виде в срок, обозначенный преподавателем.

Перед сдачей контрольной работы студент проверяет его в системе «Антиплагиат» (http://www.antiplagiat.ru/), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования работы в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования работы в данной системе (с указанием процента авторского текста), студент в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста работы, который не подлежит доработке или замене.

4. Типичные ошибки студентов при написании контрольной работы

В студенческих контрольных работах присутствуют повторяющиеся ошибки, во избежание которых рекомендуется обратить внимание на следующие замечания:

1. Во введении работы не указаны цели и задачи исследования, в результате чего по внешним характеристикам она превращается в обычное сообщение. Цель работы должна соответствовать ее теме, а задачи, призванные раскрыть цель в соответствующих параграфах.

2. Заключение работы не соответствует поставленным во введении целям и задачам, в результате чего теряется логика исследования. Заключение должно включать обобщения, давать четкие и неоднозначные ответы (выводы) на цели и задачи.

3. Отсутствует собственный анализ нормативной базы,в то время как это должно лежать в основе вашего исследования. Без собственной интерпретации источников контрольная работа теряет свою авторскую позицию.

4. Иногда не совсем ясна логика в структуре работы, в распределении материала по параграфам. Это свидетельствует о том, что студент еще не полностью усвоил выбранную тему. Четкость структуры и изложения свидетельствует о четкости мысли,

5. Неправильное оформление списка литературы с библиографической точки зрения (что наиболее часто встречается в контрольных работах). Это замечание принципиально, так как научная жизнь имеет собственную культуру, приобщение к которой – одна из задач высшего образования.

6. Использование устаревшей литературы в качестве основной. Иногда студенты ссылаются на монографии даже 1960-80-х гг.Нужно понимать, что в научной литературе, изданной ранее 1990-х гг., существовали совершенно иные подходы, что было обусловлено идеологией того времени. Между тем эту литературу можно и нужно

использовать в качестве исторических источников, предварительно дав ей критический анализ.

7. Студенты оставляют недостаточно времени для написания работы. Хотя вопрос о сроках - индивидуальный, но качественная работа создается в течение недель и месяцев, а не дней или часов.

При написании контрольной работы каждый студент может получить индивидуальные консультации, которые проводятся раз в неделю.

5. Критерии оценивания контрольной работы

Критерии оценки письменной контрольной работы ·

- Использование монографической и специальной литературы;
- Разработанность заданий и обоснованность выводов;
- Стиль изложения и творческий подход к написанию;
- Оформление контрольной работы.

Защита контрольной работы проходит в индивидуальном порядке при личном собеседовании с преподавателем на контрольном занятии по дисциплине.

6. Примерная тематика контрольных работ

1. Собеседование при трудоустройстве: виды и порядок проведения.
1. Анализ предложений работы и выбор компании-работодателя.
2. Имидж компании-работодателя и его влияние на карьерные перспективы.
3. Переговоры: виды и стратегии проведения.
4. Основная задача деловых переговоров.
5. Сущность метода «принципиальных переговоров».
6. Особенность переговоров с зарубежными партнерами.
7. Методы влияния и убеждения.
8. Способ убеждения, требующий аргументации.
9. Основные правила управления собеседником.
10. Основные навыки и умения оратора.
11. Этапы подготовки ораторской речи.
12. Мифы и типичные ошибки в области управления временем.
13. Основные подходы к управлению временем.
14. Закон Паркинсона и распределение времени.
15. Методы определения приоритетов.
16. Способы экономии и рационального использования времени.
17. Значение и методы определения биоритмов при планировании рабочего дня.
18. Деловые переговоры.
19. Аттестация управленческих кадров.
20. Оценка эффективности труда руководителя.
21. Внедрение эффективной системы контроля.
22. Планирование как способ организации управленческого труда.
23. Разделение и кооперация управленческого труда
24. Особенности управленческого труда.
25. Методы и средства выполнения управленческих операций.
26. Нормирование труда руководителей и специалистов.
27. Административный аппарат управления: разновидности и функции.
28. Инструменты организации рабочего времени руководителя.
29. Современные модели делегирования полномочий на российских предприятиях.
30. Проведение деловых совещаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контрольная работа, как одна из форм, способствующих успешному контролю учебного процесса, открывает для студента возможность проявить умение выполнять самостоятельную работу по сбору и анализу материала, научиться делать грамотные выводы, развить умение работать со специальными литературными источниками, научиться критически подходить к их осмыслению и сравнению с уже имеющимися у него знаниями. Также студент, создавая контрольную работу, учится грамотно и прилежно оформлять собственный труд. Таким образом, студент, используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) добросовестное выполнение заданий;

2) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

3) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Методические рекомендации по оформлению работы по ГОСТ-2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://vyuchit.work/samorazvitie/sekretyi/oformlenie-risunkov-po-gostu.html

2.Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3.Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.09 УПРАВЛЕНИЕ КОЛЛЕКТИВОМ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Специализация

Горные машины и оборудование

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Управления персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Ветошкина Т.А., канд. филос. наук, доцент

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	9
3	Методические рекомендации к опросу	11
4	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	15
6	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
7	Заключение	19
	Список использованных источников	22

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания.

Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.

2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.

3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.

4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.

Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом

количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

3. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

---

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

4. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые

официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

6.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению контрольной работы по дисциплине

Б1.О.12 МАТЕМАТИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Заславская С. В., доцент, к. т. н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Математики	горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Сурнев В. Б.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 05.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Типовые контрольные задания.

Контрольная 1

Билет 1

№	Задание	Балл
1	Решить систему уравнений Методом Крамара: AX=B	1
2	Матричным методом: AX=B, $A=\begin{pmatrix}3 & 1 & 0\\ 2 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix}1\\ 1\\ -2\end{pmatrix}$	1
3	Найти площадь треугольника ABC, A(3,2,1), B(-1,4,3), C(1,2,4)	1
4	Вычислить предел $\lim\limits_{x\to 0}\frac{\sin 5x}{6x}$	1
5	Найти расстояние от точки A до прямой BC, где A(1,3), B(5,0), C(2,1)	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Найти обратную матрицу A^{-1}, матрицы $A=\begin{pmatrix}1 & 2 & -1\\ 3 & 0 & 1\\ 2 & 2 & 2\end{pmatrix}$	1
2	Написать уравнение плоскости M_1, M_2, M_3, где M_1 (1,-1,2), M_2(3,2,1), M_3 (0,1,2)	1
3	Найти пересечение прямых $2x-3y=1$, $3x+5y=-2$	1
4	Вычислить предел: $\lim\limits_{x\to 1}\frac{x^3+2x^2-1}{1000x^2-2}$	1
5	Построить кривую: $x^2+2y^2-4y+4=0$	1

Контрольная 2

Билет 1

№	Задание	Балл
1	Найти первообразные $\int x+\frac{2}{x}\,dx, \quad \int \frac{\ln^4 x}{x}\,dx, \quad \int e^{-2x}x\,dx$	2
2	Определенный интеграл. Вычислить площадь фигуры: $y = 2x - x^2$, $y = -x + 2$	0.5
3	Решить дифференциальное уравнение: y''+6y'+9y = 7xe^{-3x}	1
4	Найти gradU, где $U = x^2y + z^2x + x$ в точке P (1,0,1)	0.5
5	Решить задачу Коши: $y'' = \sin\frac{x}{5}, \quad y(0) = 1, \quad y'(0) = 0$	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Найти первообразные $\int sin^2x\,dx, \quad \int \frac{dx}{x^2+2x}, \quad \int \frac{dx}{sin^2 4x}$	1
2	Определенный интеграл. Найти объем тела вращения плоской фигуры: $y = 0, y = x^2, x = 1$ вокруг оси OX	1
3	Решить дифференциальное уравнение: $yy' = \frac{1-2x}{y}$	1
4	Найти частное решение уравнения: y''+4y'-5y = 0, y(0)=1, $y'(0) = 0$	1
5	Найти частные производные функции: $z = x^2y + \sin(xy)$	1

Контрольная 3

Билет 1

№	Задание	Балл

1	Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{n^3}$	1
2	Разложить в ряд функцию: $f(x) = (1+x)^{\frac{1}{3}}$	1
3	Найти область сходимости: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-1)^{2n}}{n9^n}$	1
4	Вычислить: $\iint_D x^2 + y^2\, dx\, dy$ D: $y = x^3, y = 0, x = 2$	1
5	Вычислить работу силы $\vec{F}\{xy, x^2y^2\}$ вдоль кривой $y = x^3$ от точки (1,1) до точки (2,8)	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Признак Коши сходимости степенного ряда. Исследовать сходимость по Коши $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3}$	1
2	Найти область сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^n(x-2)^{en}}{n}$	1
3	Разложить в ряд по степеням x - 1 функцию $f(x) = \ln x$	1
4	Найти объем тела, ограниченного поверхностями: $y = x^2, y = 0, 2y + x - 1 = 0$	1
5	Найти центр масс плоской однородной пластины: $y^2 = x, y = x^2$	1

Зачет 1

Билет 1

№	Задание	Балл
1	Решить систему уравнений матричным методом: AX=B $A=\begin{pmatrix}2 & 1 & -1\\ 3 & 1 & 0\\ 1 & 1 & 2\end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix}1\\ 2\\ -1\end{pmatrix}$	1
2	Векторы. Найти площадь треугольника ABC, где A(3,2,1), B(-1,4,2), C(0,1,3)	1
3	Первый замечательный предел. Найти $\lim\limits_{x\to 0}\frac{1-\cos 2x}{3x^2}$	1
4	Производная, определение. Найти производные функций $cos^2x * 3^{x^2}, \frac{ln^2x}{x^2+2x}$	1
5	Найти асимптоты функции $f(x)=\frac{x}{x+2}$	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Написать уравнение плоскости M_1, M_2, M_3, где M_1 (3,0,4), M_2(1,2,3), M_3 (-1,4,5)	1
2	Вычислить предел: $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{5x^3+x^2}{x^3-3x+1}$ Правило нахождения пределов частного двух многочленов при x→∞	1
3	Построить функцию: $x^2+y^2+2x+3y-4=0$	1
4	Определение производной. Найти производные: $x^3 * \ln(x^2+1), \quad \frac{sin^2x}{x^3+1}$	1
5	Исследовать функцию и построить график $y=x^4-4x^2$	1

Зачет 2

Билет 1

№	Задание	Балл
1	Найти первообразные: $\int \frac{dx}{3-2x'}$ $\int \frac{\cos x\,dx}{sin^2 x}$, $\int \frac{x}{x^2+x+1}dx$	1
2	Определенный интеграл. Вычислить площадь фигуры, ограниченный $\begin{cases} x = 5(t - sint) \\ y = 5(1 - cost) \end{cases}$ – параметрическое уравнение арки циклоида	1
3	Найти экстремум функции двух переменных: $z = x^2 - xy - y^2 + x + y$	1
4	Найти общее решение дифференциального уравнения: $(1 + x^2)y' + (1 + y)y = 0$	1
5	Найти частное решение уравнения y''+4y'+5y = 0, y(0)=1, $y'(0) = 0$	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Найти первообразные: $\int (x+5)^2 dx$, $\int (x+1)sinxdx$, $\int \frac{dx}{2x^2+2x-1}$	1
2	Определенный интеграл. Найти объем тела вращения вокруг оси OX фигуры $y = 0,\ y = x^2 - 1,\ x = 0$	1
3	Найти производную функции $U = x * \ln(x^2 + y^2) + 2z^2$ по направлению $\overrightarrow{PQ}$, где P (1,0,1), Q (-1,3,7)	1
4	Найти общее решение дифференциального уравнения: $xy'' = 2$	1
5	Найти частное решение дифференциального уравнения: y''+2$(y')^3$ = 0, y(0)=0, $y'(0) = 1$	1



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Н. П. Жданова, Т. С. Озерова

КРАТНЫЕ, КРИВОЛИНЕЙНЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ

Методические указания и варианты контрольных и самостоятельных работ
по разделу дисциплины «Математика»
для студентов всех
специальностей очного обучения

Екатеринбург
2019

Ж 42

Рецензент: В. Я. Раевский, доцент, к.ф.-м.н., с.н.с. лаборатории теоретической физики ИФМ.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры математики 16.10. 2018 г. (протокол № 134) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Жданова Н. П., Озерова Т. С.

Ж42 КРАТНЫЕ, КРИВОЛИНЕЙНЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ: методические указания и варианты контрольных и самостоятельных работ. Н. П. Жданова, Т. С. Озерова; Уральский государственный горный университет. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 85 с.

В методических указаниях с единых позиций изложены понятия кратных криволинейных и поверхностных интегралов. Приведены решения большого количества типовых задач и варианты контрольных работ. Кратко изложены элементы теории поля.

После изучения теории и решений типовых задач, студенту рекомендуется самостоятельно решить один из вариантов контрольных работ. Все задачи снабжены ответами.

Методические указания и варианты контрольных и самостоятельных работ предназначены студентам всех специальностей очного обучения для изучения темы: «Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы».

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……4

I. КРАТНЫЕ И КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ 5
1. Понятие интеграла от скалярной функции 5
2. Основные свойства интегралов. 10
3. Вычисление интегралов. 10
3.1 Определенный интеграл. 10
3.2 Криволинейный интеграл. 10
3.3 Двойной интеграл. 11
3.4 Поверхностный интеграл второго рода. 14
3.5 Тройной интеграл. 15

II. ПРИМЕНЕНИЕ КРАТНЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ …16
1. Длина дуги кривой. 17
2. Площадь плоской области. 17
3. Площадь поверхности 17
4. Объем тела 17
5. Масса распределенная в заданной области. 18

III. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПОЛЯ 19
1. Понятие поля. 19
2. Векторные линии. 20
3. Работа силового поля. Криволинейный интеграл второго рода. Циркуляция вектора вдоль замкнутого контура. 20
4. Поток вектора через поверхность. 22
4.1 Вектор площадки. 22
4.2 Понятие потока вектора через поверхность 24
4.3 Гидродинамический смысл потока вектора через поверхность. Поток жидкости через поверхность. 24
4.4 Поток вектора через плоскую кривую L. 26
4.5 Свойства и вычисление потока вектора через поверхность. 26
5. Оператор Гамильтона «набла». 29
6. Дивергенция векторного поля. 29
7. Ротор (вихрь) векторного поля. 31
8. Потенциальное векторное поле. 32
8.1 Плоское потенциальное поле. 33

IV. РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ 34
1. Вычисление и применение двойного интеграла. 34
2. Вычисление и применение тройного интеграла. 45
3. Вычисление и применение поверхностного интеграла первого рода. 48
4. Вычисление и применение криволинейного интеграла. 53

V. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ 60

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 90

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания по теме «Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы» предназначены для самостоятельной работы студентов. Методические указания удовлетворяют всем требованиям государственного образовательного стандарта по подготовке дипломированных специалистов .В методических указаниях с единых позиций изложены понятия кратных криволинейных и поверхностных интегралов. Приведены решения большого количества типовых задач и варианты контрольных и самостоятельных работ. Кратко изложены элементы теории поля.

После изучения теории и решений типовых задач, студенту рекомендуется самостоятельно решить один из вариантов контрольных работ. Все задачи снабжены ответами.

I. КРАТНЫЕ И КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ

1. Понятие интеграла от скалярной функции

Пусть Q – и замкнутая ограниченная часть пространства. Это может быть отрезок [*a, b*] оси *Ox*, дуга плоской или пространственной кривой, часть плоскости или кривой поверхности, трехмерная область. Пусть в каждой точке *M* области Q задана непрерывная функция *u=f(M)*.

1. Мысленно разобьем область Q на n элементарных частей $\Delta Q_i, i=\overline{1,n}$ и найдем геометрическую меру каждой из частей, обозначив ее тоже ΔQ_i (это длина элементарного отрезка Δx_i оси *Ox* или элементарной части дуги Δl_i кривой, площадь ΔS_i элементарной части плоской области или $\Delta\sigma_i$ - площадь элементарной части поверхности: Δv_i - объем элементарной части трехмерной области).

2. На каждой элементарной части ΔQ_i возьмем произвольную точку M_i и вычислим значения функции в выбранных точках $U_i=f(M_i)$.

3. Составим произведения ($U_i \cdot \Delta Q_i = F(M_i) \cdot \Delta Q_i$) и найдем сумму всех произведений:

$$f(M_1)\cdot\Delta Q_1 + f(M_2)\cdot\Delta Q_2 + \ldots + f(M_i)\cdot\Delta Q_i + \ldots + f(M_n)\cdot\Delta Q_n = \sum_{i=1}^{n} f(M_i)\cdot\Delta Q_i$$

– интегральная сумма функции $f(M)$ в области Q.

4. Назовем диаметром diam (ΔQ_i) элементарной области ΔQ_i наибольшее расстояние между точками ее границы. Из всех полученных диаметров $i=\overline{1,n}$ выберем максимальный и назовем его рангом λ данного разбиения:

$$\lambda = \max_i diam\,(\Delta Q_i)\,.$$

Уменьшая ранг, составим последовательность интегральных сумм.

Если область Q имеет геометрическую меру (длину, площадь, объем) и функция $U_i=f(M_i)$ непрерывна в области Q, то при $\lambda \to 0$ существует предел последовательности интегральных сумм $\lim\limits_{\lambda\to 0}\sum\limits_{i=1}^{n} f(M_i)\Delta Q_i$, равный числу J, независимо от способа разбиения области Q на элементарные части и от выбора точек M_i на ка-

ждой из частей. Число J называется интегралом от функции $f(M)$ по области Q и обозначается символом $\int\limits_Q f(M)dQ$, т. е. $\lim\limits_{\lambda\to 0}\sum\limits_{i=1}^{n} f(M_i)\Delta Q_i = \int\limits_Q f(M)dQ$, Q называется областью интегрирования; $f(M)$ – подынтегральной функцией, dQ – элементом геометрической меры области Q; (dx – элемент длины отрезка $[a, b]$ оси Ox; dl – элемент длины дуги плоской или пространственной кривой; ds – элемент площади плоской области; $d\sigma$ – элемент площади поверхности; dv – элемент объема).

Тип интеграла различают по типу элемента dQ:

1. Если $Q=[a, b]$ – отрезок оси Ox, получим определенный интеграл $\int\limits_a^b f(x)dx$.

2. Если $Q = \breve{AB}$ - дуга плоской кривой, получим $\int\limits_L f(M)dl = \int\limits_L f(x,y)dl.$

Если $Q = \breve{AB} = L$ – дуга пространственной кривой, то $\int\limits_L f(M)dl = \int\limits_L f(x,y,z)dl$.

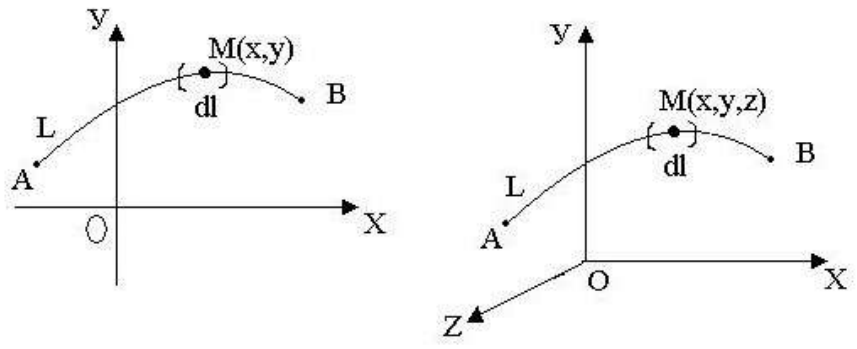


Рис. 1.1

Эти интегралы называются криволинейными интегралами первого рода или криволинейными интегралами по длине дуги кривой.

3. Q – область плоскости xOy.

$\int\limits_Q f(M)ds = \iint\limits_Q f(x,y)ds = \iint\limits_Q f(x,y)dxdy$ - двойной интеграл.

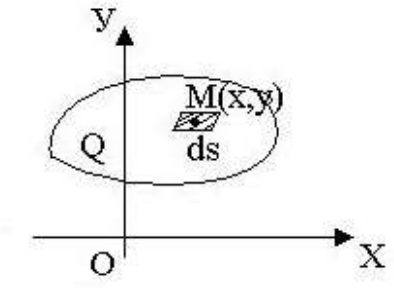


Рис. 1.2

4. Q – часть кривой поверхности

$\int\limits_{Q} f(M)d\sigma = \iint\limits_{Q} f(x,y,z)d\sigma$ - поверхностный интеграл первого рода (по площади поверхности).

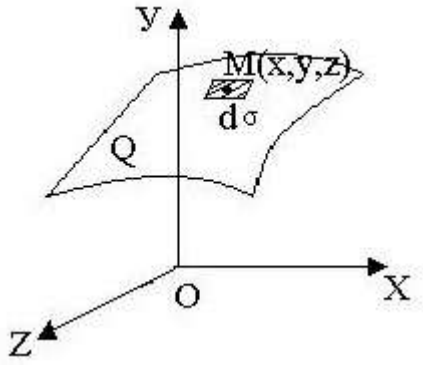


Рис. 1.3

5. Q – область в трехмерном пространстве (называется телом).

$\int\limits_{Q} f(M)dv = \iiint\limits_{Q} f(x,y,z)dv = \iiint\limits_{Q} f(x,y,z)dxdydz$ - тройной интеграл.

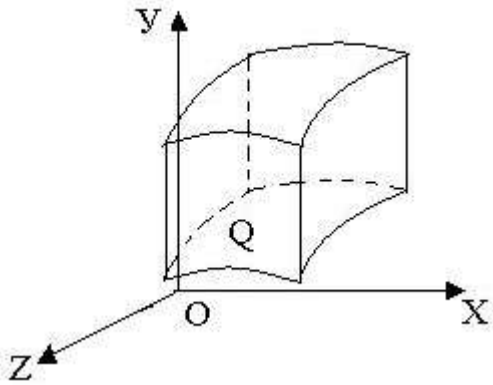


Рис. 1.4

В технических дисциплинах для обозначения интегралов используют все приведенные выше символы. Мы используем символы в правых частях равенств.

2. Основные свойства интегралов

1) $\int\limits_Q (U_1 \pm U_2)dQ = \int\limits_Q U_1 dQ \pm \int\limits_Q U_2 dQ$;

2) $\int\limits_Q AUdQ = A\int\limits_Q UdQ,$ если A=const;

3) Если Q разбить на части Q_1 и Q_2, то $\int\limits_Q UdQ = \int\limits_{Q_1} UdQ + \int\limits_{Q_2} UdQ$;

4) $\int\limits_Q dQ = Q$ - мера области Q (длина, площадь, объем).

5) Если $U_1 \le U_2$, то $\int\limits_Q U_1 dQ \le \int\limits_Q U_2 dQ$.

6) Оценка интеграла: $Q \cdot U_{\min} \le \int\limits_Q UdQ \le Q \cdot U_{\max}$, где Q – мера области Q; $U_{\min}$ и $U_{\max}$ – наименьшее и наибольшее значения функции $U=f(M)$ в области Q.

7) Средним значением функции $U=f(M)$ называют число $\overline{U} = \frac{1}{Q}\int\limits_Q UdQ$. Непрерывная функция $U=f(M)$ принимает значение $\overline{U}$ хотя бы в одной точке M_0 области Q. $U_{\min} \le \overline{U} \le U_{\max}$.

3. Вычисление интегралов

3.1. Определенный интеграл

$$\int\limits_a^b f(x)dx = F(x)\Big|_a^b = F(b) - F(a), \qquad (1)$$

где $F(x)$ – первообразная от функции $f(x)$, т. е. $F'(x) = f(x)$.

3.2. Криволинейный интеграл

Криволинейный интеграл $\int\limits_L f(x,y)dl$ или $\int\limits_L f(x,y,z)dl$ преобразуют в определенный интеграл. Для этого все переменные и дифференциалы в подынтегральном выражении заменяют из уравнений кривой через одну переменную и ее

дифференциал и вычисляют получившийся интеграл по интервалу изменения выбранной переменной на дуге L.

а) Если кривая задана параметрически $\begin{cases} x = \varphi(t) \\ y = \varphi(t), \alpha \le t \le \beta \end{cases}$,

то

$$\int_L f(x,y)dl = \int_a^b f(\varphi(t),\psi(t)) \cdot \sqrt{(\varphi'(t))^2 + (\psi'(t))^2}\, dt \qquad (2)$$

б) Если L – график функции $y=g(x)$ и $a \le x \le b,$ то

$$\int_L f(x,y)dl = \int_a^b f(x,g(x)) \cdot \sqrt{1 + (g'(x))^2}\, dx \quad . \qquad (3)$$

в) Если L: $\begin{cases} x = \varphi(t) \\ y = \varphi(t) \\ z = \theta(t), \alpha \le t \le \beta \end{cases}$, то

$$\int_L f(x,y,z)dl = \int_a^b f(\varphi(t),\psi(t),\theta(t)) \cdot \sqrt{(\varphi'(t))^2 + (\psi'(t))^2 + (\theta'(t))^2}\, dt\,. \qquad (4)$$

Замечание

В определенных интегралах нижний предел нужно брать меньше верхнего.

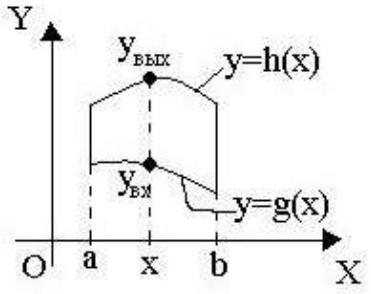
3.3. Двойной интеграл

$\iint_D f(x,y)\,ds$ приводим к двукратному интегралу.

1. Двойной интеграл в прямоугольных координатах.

Пусть область D ограничена прямыми $x=a;\ x=b;\ (a<b)$ и графиками функций $y=g(x);\ y=h(x)$, причем обе функции непрерывны на отрезке $[a;b]$ и, $g(x) \le h(x)$ тогда

$$\iint_D f(x,y)ds = \int_a^b \left(\int_{g(x)}^{h(x)} f(x,y)dy \right) dx\,. \qquad (5)$$



В правой части равенства двукратный интеграл. Очевидно, что сначала нужно вычислить «внутренний интеграл» $\int_{g(x)}^{h(x)} f(x,y)dy$. Рассматривая x как постоянную величину, получим функцию от x, затем эту функцию проинтегрировать по x в пределах от a до b. Если область D ограничена прямыми $y=a$; $y=b$ и графиками функций $x=g(y)$, $x=h(y)$, $g(y) \le h(y)$, то

$$\iint_D f(x,y)ds = \int_a^b \left(\int_{g(y)}^{h(y)} f(x,y)dx \right) dy . \qquad (6)$$

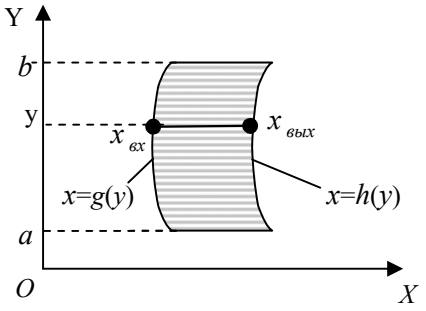


Рис. 3.2

При вычислении внутреннего интеграла в этом случае нужно считать y – постоянной величиной. Заметим, что границы «внешнего интеграла» всегда постоянны. Переход от формулы (5) к формуле (6) или от формулы (6) к формуле (5) называют изменением порядка интегрирования.

Если область D не удовлетворяет условиям формул (5) или (6), то ее разбивают на части.

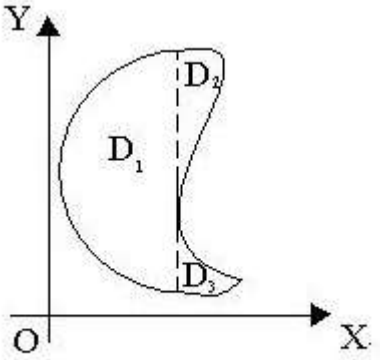


Рис. 3.3

2. Двойной интеграл в полярных координатах.

Чтобы в двойном интеграле перейти к полярным координатам нужно:

1) Совместить прямоугольную и полярную системы координат так, чтобы начало прямоугольных координат совпадало с полюсом *0*, а ось *Ox* с полярной осью *0ρ*.

2) Заменить в подынтегральном выражении *x, y* и *ds* по формулам: $x=\rho\cos\varphi$, $y=\rho\sin\varphi$, $ds=\rho d\varphi d\rho$ и получить:

$$\iint\limits_D f(x,y)ds=\iint\limits_D f(\rho\cos\varphi,\rho\sin\varphi)\rho d\varphi d\rho\,. \qquad (7)$$

3) По этим же формулам заменить *x* и *y* на ρ и φ в уравнении каждой границы области *D*, потом уравнения решить относительно ρ, получив уравнение вида $\rho=g(\varphi)$. Если в уравнении границы нет ρ, решить уравнение относительно φ, получить $\varphi=\alpha$, $\varphi=\beta$.

4) Пусть область интегрирования *D* ограничена лучами $\varphi=\alpha$, $\varphi=\beta$, $(\alpha<\beta)$ и графиками функций $\rho=g(\varphi)$, $\rho=h(\varphi)$, $g(\varphi)\le h(\varphi)$.

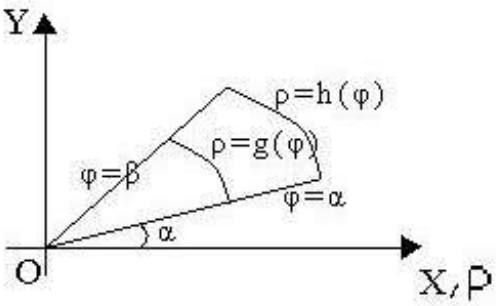


Рис. 3.4

Тогда

$$\iint\limits_D f(\rho\cos\varphi,\rho\sin\varphi)\rho d\varphi d\rho=\int\limits_\alpha^\beta\left(\int\limits_{g(\varphi)}^{h(\varphi)} f(\rho\cos\varphi,\rho\sin\varphi)\rho d\rho\right)d\varphi\,. \qquad (8)$$

При вычислении «внутреннего» интеграла переменная φ временно считается постоянной. В частности, если полюс принадлежит границе области, получим

$$\iint\limits_D f(\rho\cos\varphi,\rho\sin\varphi)\rho d\varphi d\rho=\int\limits_\alpha^\beta\left(\int\limits_0^{h(\varphi)} f(\rho\cos\varphi,\rho\sin\varphi)\rho d\rho\right)d\varphi\,. \qquad (8\text{ а})$$

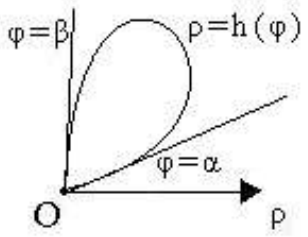


Рис. 3.5

Если полюс находится внутри области, получим:

$$\iint\limits_D f(\rho\cos\varphi,\rho\sin\varphi)\rho d\varphi d\rho = \int\limits_0^{2\pi}\left(\int\limits_0^{h(\varphi)} f(\rho\cos\varphi,\rho\sin\varphi)\rho d\rho\right)d\varphi \qquad (8\ б)$$

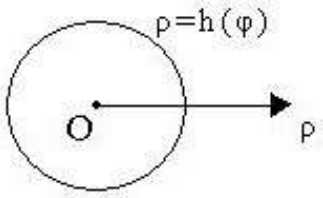


Рис. 3.6

3.4. Поверхностный интеграл первого рода

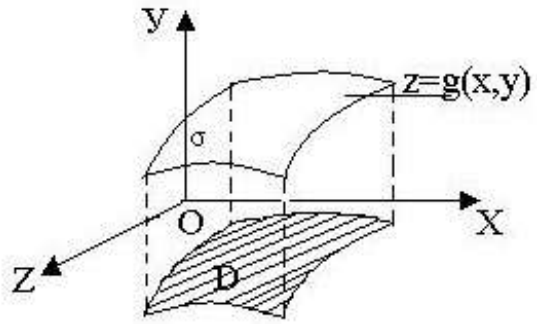


Рис. 3.7

Пусть поверхность σ задана уравнением $z=g(x,y)$. Чтобы вычислить поверхностный интеграл $\iint\limits_\sigma f(x,y,z)d\sigma$, нужно:

1) Найти проекцию поверхности σ на координатную плоскость *xOy*, получить область *D*.

2) Заменить в подынтегральном выражении z и $d\sigma$ по формулам: $z = g(x,y), d\sigma = \sqrt{1+\left(g'_x(x,y)\right)^2+\left(g'_y(x,y)\right)^2}\,ds,$ получить и вычислить двойной интеграл по области D (в плоскости xOy):

$$\iint\limits_{\sigma} f(x,y,z)d\sigma = \iint\limits_{D} f(x,y,g(x,y))\cdot\sqrt{1+\left(g'_x(x,y)\right)^2+\left(g'_y(x,y)\right)^2}\,ds\,. \qquad (9)$$

Если уравнение поверхности $x=g(y,z)$, то находят проекцию поверхности G на плоскость yOz. Если уравнение поверхности $y=g(x,z)$, то находят проекцию поверхности G на плоскость xOz.

3.5. Тройной интеграл

Вычисление тройного интеграла $\iiint\limits_{G} f(x,y,z)dv$ сводится к последовательному вычислению «внутреннего» определенного интеграла и «внешнего» двойного интеграла по области D – проекции области G на координатную плоскость.

Пусть в трехмерном пространстве $Oxyz$ область G ограничена сверху поверхностью $z=q(x,y)$, снизу – поверхностью $z=p(x,y)$, а с боков – цилиндрической поверхностью, образующие которой параллельны оси oz (эта граница может отсутствовать). Найдем D – проекцию области G на плоскость Oxy.

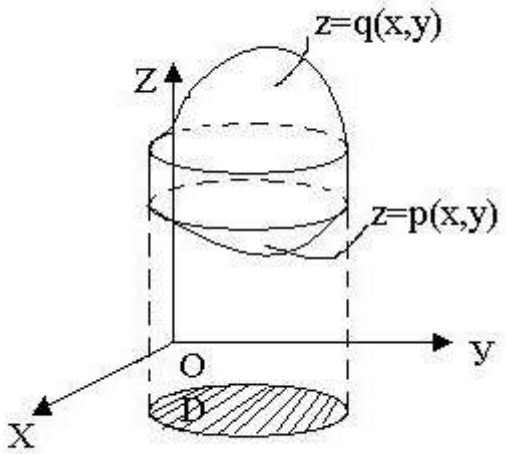


Рис. 3.8

$$\iiint_G f(x,y,z)dv = \iint_D \left(\int_{p(x,y)}^{q(x,y)} f(x,y,z)dz \right) ds \ . \qquad (10)$$

Сначала вычисляют внутренний интеграл $\int_{p(x,y)}^{q(x,y)} f(x,y,z)dz$, считая временно x и y постоянными величинами и получают функцию двух переменных x и y, потом от этой функции вычисляют «внешний» двойной интеграл, подобрав удобную для вычисления этого интеграла формулу. Иногда удобнее проецировать тело на плоскость Oxz или Oyz.

II. ПРИМЕНЕНИЕ КРАТНЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

С помощью интегралов можно найти величину T, связанную с некоторой областью Q и обладающую двумя свойствами:

1) При разбиении области Q на элементарные части ΔQ_i величина T тоже разбивается на элементарные части ΔT_i, причем $T = \sum_{i=1}^{n} \Delta T_i$. Такие величины называются аддитивными.

2) ΔT_i приблизительно пропорциональна мере ΔQ_i, т. е. $\Delta T_i \approx k \cdot \Delta Q_i$. Для каждого i коэффициент k постоянен и связан с ΔQ_i, т. е. $K=f(M_i)$, где $M_i \in \Delta Q_i$.

Тогда приближенные значения $T \approx \sum_{i=1}^{n} f(M_i)\Delta Q_i$ и точное значение

$$T = \lim_{\lambda \to 0} \sum_{i=1}^{n} f(M_i)\Delta Q_i = \int_Q f(M)dQ, \qquad \lambda = \max_i (diam\, \Delta Q_i).$$

Величину T, обладающую этими свойствами, можно найти проще, если взять элемент dQ области Q и найти формулу элемента dT величины T, т. е. получить $dT=f(M)dQ$, где $M \in dQ$. Тогда $T = \int_Q f(M)dQ$.

1. Длина дуги кривой

1) Если плоская кривая задана параметрически

$L:\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}, \alpha \le t \le \beta,$ то длина дуги

$$l = \int_L dl = \int_\alpha^\beta \sqrt{(x'(t))^2 + (y'(t))^2}\, dt\,. \tag{11}$$

Для пространственной кривой $L:\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t), \\ z = z(t) \end{cases} \alpha \le t \le \beta,$

$$l = \int_L dl = \int_\alpha^\beta \sqrt{(x'(t))^2 + (y'(t))^2 + (z'(t))^2}\, dt\,. \tag{11a}$$

2) Если плоская кривая – график функции $y=g(x)$, $a \le x \le b$, то

$$l = \int_L dl = \int_a^b \sqrt{1 + (g'(x))^2}\, dx\,. \tag{11$б$}$$

2. Площадь плоской области

$$S = \iint_D dS\,. \tag{12}$$

В прямоугольных координатах

$$S = \iint_D dxdy\,. \tag{12а}$$

В полярных координатах

$$S = \iint_D \rho d\varphi d\rho\,. \tag{12б}$$

3. Площадь поверхности

$$S = \iint_\sigma d\sigma = \iint_D \sqrt{1 + \left(g_x'(x,y)\right)^2 + \left(g_y'(x,y)\right)^2}\, ds\,, \text{ где } D = \underset{oxy}{up}\sigma\,. \tag{13}$$

4. Объем тела

1. $V = \iiint_G dV\,.$ (14)

2. Объем цилиндрического тела с основанием на координатной плоскости *xOy*, ограниченного сверху поверхностью $z=f(x,y)$, можно вычислить с помощью двойного интеграла.

$$V = \iint_D g(x,y)ds\,. \qquad (14а)$$

5. Масса, распределенная в заданной области

Говорят, что масса непрерывно распределена в области Q, если каждой мысленно выделенной части ΔQ этой области соответствует значение массы Δm. При этом масса отдельно взятой точки равна нулю.

Пусть точка $M \in \Delta Q \subset Q$. Плотностью распределения массы в точке M области Q называют величину δ:

$$\delta = \lim_{\mathrm{diam}(\Delta Q)\to 0} \frac{\Delta m}{\Delta Q}\quad , \qquad (15)$$

причем ΔQ все время содержит точку M.

Если масса распределена на дуге кривой, получаем линейную плотность, на поверхности – поверхностную плотность, в трехмерной области – плотность. Так как масса распределена неравномерно, то плотность в точке является функцией точки $\delta=\delta(M)$.

Из определения плотности массы (15) следует, что элемент массы равен $\Delta m \approx \delta \cdot \Delta Q$ или $dm=\delta dQ$, тогда масса, распределенная в области Q с плотностью $\delta=\delta(M)$:

$$m = \int_Q \delta dQ = \int_Q \delta(M)dQ\,. \qquad (16)$$

Аналогично вводят понятие плотности заряда в диэлектрике, плотности энергии электромагнитного поля и др. Все эти величины находят по формуле (16). Так, если электрический заряд q распределен в области Q с плотностью заряда $\lambda=\lambda(M)$, то

$$q = \int_Q \lambda(M)dQ\,. \qquad (17)$$

Частные случаи распределения массы:

а) масса, распределенная с плотностью δ на дуге L кривой.

$$m = \int_L \delta(x, y)dl \text{ - для плоской кривой;}$$

$$m = \int_L \delta(x, y, z)dl \text{ - для пространственной кривой;} \qquad (16а)$$

б) масса, распределенная с поверхностной плотностью δ по области D:

$$m = \iint_D \delta(x, y)ds; \qquad (16б)$$

в) масса, распределенная с поверхностной плотностью δ по части σ кривой поверхности:

$$m = \iint_\sigma \delta(x, y, z)d\sigma; \qquad (16в)$$

г) масса, распределенная с плотностью δ в трехмерной области G:

$$m = \iiint_G \delta(x, y, z)dv. \qquad (16г)$$

III. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПОЛЯ

1. Понятие поля

Если с каждой точкой $M \in G$ связано определенное значение величины U, то говорят, что в области G задано поле величины U.

Поле называется скалярным, если U – скаляр (температура, плотность, электрический потенциал и др.) и векторным, если U – вектор (сила, скорость, напряженность и др.).

Поле называется стационарным (установившимся), если оно не меняется с течением времени.

Поле не зависит от системы координат, введенной в области G. Рассмотрим прямоугольную систему координат, тогда задание скалярного поля равносильно заданию в области G скалярной функции $U=f(x,y,z)$ или $U=f(x,y)$, если G – область в плоскости xOy. Задание векторного поля равносильно заданию в каждой точке $M(x, y, z) \in G$ векторной функции

$$\vec{U}(M) = P(x, y, z)\,\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}.$$

Свойства скалярного поля, его линий уровня, производной по направлению и градиента рассматривались в разделе «Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных».

В этом разделе рассмотрим свойства стационарного векторного поля. В дальнейшем функции $P(x, y, z)$, $Q(x, y, z)$, $R(x, y, z)$ и их производные считаем непрерывными в области G.

2. Векторные линии

Векторной линией векторного поля называют линию, в каждой точке M которой вектор $\vec{U}(M)$ направлен по касательной к линии.

Мы не рассматриваем, как найти векторные линии.

Если $\vec{U}(M) = P(x, y, z)\vec{i} + Q(x, y, z)\vec{j} + R(x, y, z)\vec{k}$ и в каждой точке поля функции P, Q, R одновременно не обращаются в нуль и непрерывны вместе со всеми своими частными производными первого порядка, то через каждую точку поля проходит единственная векторная линия, т. е. вся область G заполнена векторными линиями. По виду векторных линий получают информацию о структуре поля. Если $\vec{U}(M)$ - стационарное поле текущей жидкости, то векторные линии являются траекториями частиц жидкости и называются линиями тока. Если $\vec{U}(M)$ - вектор силы, то векторные линии называются силовыми линиями и т. д. Множество всех векторных линий, проходящих через точки поверхности σ, образует векторную трубку.

3. Работа силового поля. Криволинейный интеграл второго рода

Циркуляция вектора вдоль замкнутого контура

Пусть в каждой точке плоскости xOy (или области D) определен вектор силы $\vec{F}(M) = P(x, y)\vec{i} + Q(x, y)\vec{j},$ образующий векторное поле. И пусть материальная точка *(m=1)* перемещается в этом поле по гладкой кривой L из начала в конец дуги L. При перемещении материальной точки сила $\vec{F}$ производит работу A.

Возьмем на дуге L произвольную точку M. При бесконечно малом перемещении из точки M по дуге кривой силу можно считать постоянной и равной $\vec{F}(M)$, поэтому соответствующая элементарная работа равна скалярному произведению $dA = \vec{F}(M) \cdot d\vec{r} = P(x,y)dx + Q(x,y)dy$. Суммируя элементарные работы, получаем общую работу, производимую силой $\vec{F}$, когда материальная точка проходит путь L:

$$A = \int_L dA = \int_L \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_L P(x,y)dx + Q(x,y)dy. \qquad (18)$$

Полученный интеграл от векторной функции $\vec{F}(M)$ по кривой L называется криволинейным интегралом второго рода или криволинейным интегралом по координатам. Чтобы вычислить интеграл, нужно задать поле $\vec{F}(M)$, уравнение дуги кривой L и указать направление движения по кривой L (начало и конец пути).

Для вычисления интеграла $\int_L P(x,y)dx + Q(x,y)dy$ все переменные и дифференциалы в подынтегральном выражении заменяют из уравнения кривой через одну переменную и ее дифференциал. Находят интервал изменения выбранной переменной на дуге L и вычисляют полученный определенный интеграл.

Если L задана параметрически $\begin{cases} x = \varphi(t) \\ y = \psi(t) \end{cases}$ и t изменяется от α до β

(α соответствует началу пути интегрирования, β – концу), то

$$\int_L P(x,y)dx + Q(x,y)dy = \int_\alpha^\beta (P(\varphi(t),\psi(t))\varphi'(t) + Q(\varphi(t),\psi(t))\psi'(t))dt). \qquad (18а)$$

Если L – график функции $y=f(x)$ и x изменяется от a до b, то

$$\int_L P(x,y)dx + Q(x,y)dy = \int_a^b (P(x,f(x)) + Q(x,f(x))f'(x))dx. \qquad (18б)$$

При изменении направления движения по L интеграл изменяет только знак (другие свойства интеграла в разделе I). Если поле $\vec{F}(M)$ и L заданы в трехмерном пространстве, получим:

$$A = \int_L dA = \int_L \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_L P(x,y,z)dx + Q(x,y,z)dy + R(x,y,z)dz, \qquad (19)$$

который вычисляется по тому же правилу.

Если $\vec{U}(M) = P(x,y,z)\vec{i} + Q(x,y,z)\vec{j} + R(x,y,z)\vec{k}$ - произвольное векторное поле, а L – замкнутый контур, то интеграл

$$\oint_L \vec{U}(M) \cdot d\vec{r} = \oint_L P(x,y,z)dx + Q(x,y,z)dy + R(x,y,z)dz \qquad (20)$$

называется циркуляцией векторного поля $\vec{U}(M)$ или циркуляцией вектора $\vec{U}(M)$ вдоль замкнутого контура L.

Циркуляция вектора – величина скалярная, положительная, отрицательная или равная нулю.

4. Поток вектора через поверхность

4.1. Вектор площадки

Двусторонняя поверхность в пространстве называется ориентированной, если указано, какая ее сторона считается наружной, а какая внутренней. Можно рассматривать разные способы ориентации, например:

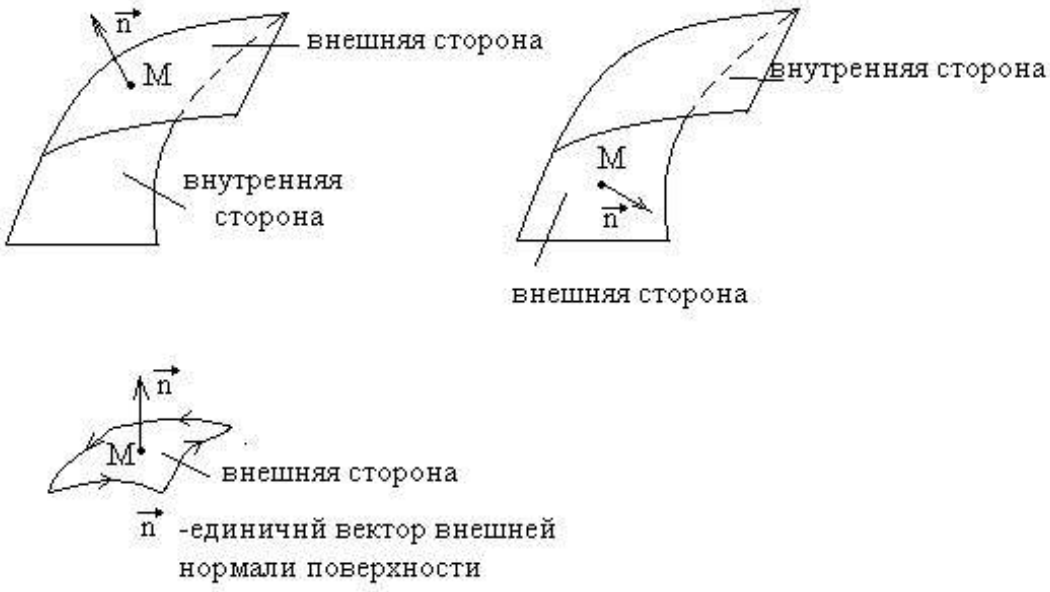


Рис. 4.1

Часто при рассмотрении элементарной части, содержащей точку M ориентированной поверхности, важна только площадь этой части, а ее форма (круг, прямоугольник и т. д.) не играет никакой роли. Тогда эту часть поверхности изображают нормальным вектором поверхности, направленным от внутренней стороны поверхности к внешней, модуль, которого равен площади этой элементарной части поверхности.



Рис. 4.2

Такой вектор называют вектором площадки (или векторной площадью площадки) в точке M. Если площадь выбранной площадки равна $d\sigma$, то вектор обозначают $d\vec{\sigma}$. Если найден единичный вектор внешней нормали поверхности $\bar{n} = (\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma)$, то вектор площадки

$$d\bar{\sigma} = \bar{n} \cdot d\sigma = \left(\bar{i}\cos\alpha + \bar{j}\cos\beta + \bar{k}\cos\gamma\right)d\sigma . \qquad (21)$$

В частности, dl - вектор кривой в точке M направлен по нормали к кривой в выбранную сторону, причем модуль вектора равен дифференциалу длины дуги кривой $dl = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2}$. Так как вектор $\vec{dr} = (dx, dy)$ направлен по касательной к кривой и в точке $M(x,y)$ и модуль $\left|\vec{dr}\right| = dl$, то вектор кривой $\vec{dl}$ можно взять равным $\vec{dl} = (dy, -dx)$ или $\vec{dl} = (-dy, dx)$, потому что в этом случае скалярное произведение $\left(\vec{dr}, \vec{dl}\right) = 0$,значит $\vec{dl} \perp \vec{dr}$, т. е. $\vec{dl}$ направлен по нормали к кривой L и $\left|\vec{dl}\right| = \sqrt{(\pm dy)^2 + (\mp dx)^2} = \sqrt{(dy)^2 + (dx)^2} = dl$.

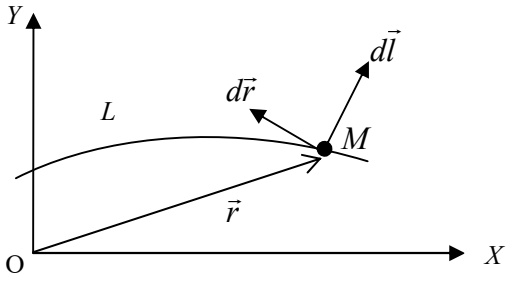


Рис. 4.3

4.2. Понятие потока вектора через поверхность

Пусть в области G задано векторное поле $\vec{U}(M)$ и ориентированная гладкая поверхность σ. Потоком векторного поля $\vec{U}(M)$ через поверхность σ называют скалярную величину, равную поверхностному интегралу

$$\Pi_\sigma(U) = \iint\limits_\sigma (u \cdot n)\, d\sigma = \iint\limits_\sigma u \cdot d\vec{\sigma}. \qquad (22)$$

где n - единичный вектор внешней нормали; $d\vec{\sigma}$ - вектор элементарной площадки поверхности σ.

Если ориентацию поверхности изменить на противоположную, то поток изменит только знак.

Часто поток рассматривают как «количество векторных линий», пересекающих поверхность изнутри наружу. «Количество» (в кавычках, так как число не целое) понимают в алгебраическом смысле, т. е., если одна часть σ пересекается векторными линиями изнутри наружу, а другая часть – снаружи внутрь, то «количество» может быть положительным, отрицательным или равным нулю.

4.3. Гидродинамический смысл потока вектора через поверхность

Поток жидкости через поверхность

Рассмотрим стационарное течение несжимаемой жидкости (или газа) в области G. В любой точке $M \in G$ скорость частицы жидкости имеет определённое значение $\vec{V} = \vec{V}(M)$, т. е. в области G задано векторное поле скоростей. Помес-

тим в область G гладкую ориентированную поверхность σ и найдем объем жидкости, протекающей через поверхность σ за единицу времени изнутри наружу. Возьмем на поверхности σ элемент $d\sigma$, содержащий точку M и найдем элемент объема жидкости, протекающей через $d\sigma$ изнутри наружу за единицу времени. Он равен объему косого цилиндра с основанием $d\sigma$ и образующей $\left|\vec{V}(M)\right|$.

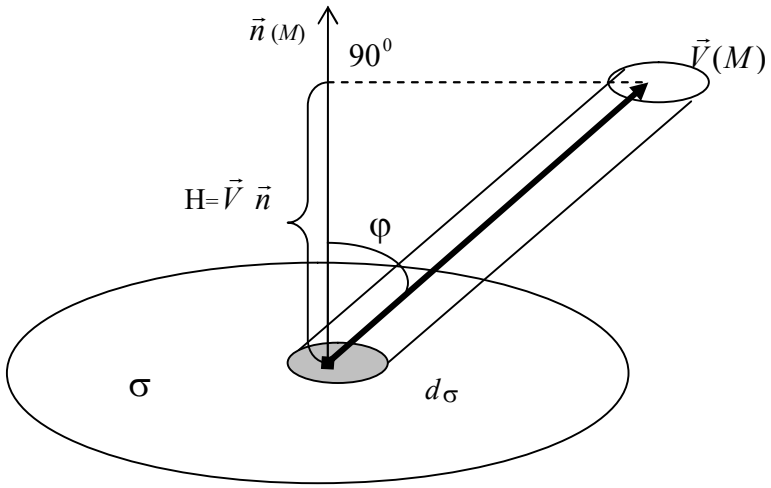


Рис. 4.4

Высота цилиндра равна проекции вектора скорости $\vec{V}(M)$ на единичный вектор внешней нормали $\vec{n}(M)$, т. е. $H = \left|V\right|\cos\varphi = \left|V\right|\cdot\left|n\right|\cos\varphi = V\cdot n$ – скалярному произведению векторов.

Тогда объем цилиндра равен $dV = Hd\sigma = \left(V\cdot n\right)\cdot d\sigma = V\cdot(n\cdot d\sigma) = V\cdot d\sigma$, т. е. элементарный объем жидкости равен скалярному произведению вектора скорости $\vec{V}(M)$ на вектор площадки $d\sigma$. Суммируя элементарные объемы жидкости для всех элементов поверхности σ, получим, что за единицу времени через всю поверхность σ изнутри наружу проходит объем жидкости, равный поверхностному интегралу

$$\iint\limits_{\sigma}(\vec{v}\cdot\vec{n})d\sigma = \iint\limits_{\sigma}\vec{v}\cdot\vec{ds} = \Pi_{\sigma}(\vec{v}),$$

т. е. равный потоку вектора $\vec{v}$ через поверхность σ.

4.4. Поток вектора через плоскую кривую *L*

Пусть на плоскости *xOy* задано векторное поле $\vec{U}(M) = P(x,y)\vec{i} + Q(x,y)\vec{j}$ и ориентированная дуга L гладкой кривой. Возьмем нормальный вектор кривой $\vec{dl} = (-dy, dx)$, составляющий острый угол с *Oy* при возрастании *x* вдоль кривой и будем считать это направление внешней нормалью. Скалярное произведение

$\vec{U} \cdot \vec{dl} = P(x,y)(-dy) + Q(x,y)(dx) = Q(x,y)dx - P(x,y)dy$, тогда

$\Pi_L(\vec{U}) = \int_L \vec{U} \cdot \vec{dl} = \int_L Q(x,y)dx - P(x,y)dy$ - поток вектора $\vec{U}$ через плоскую кривую L.

4.5. Свойства и вычисление потока вектора через поверхность

Свойства

1) Если изменить ориентацию поверхности, то поток изменит только знак

$$\Pi_{\sigma_+}(u) = -\Pi_{\sigma_-}(u),$$

где σ_+ и σ_- - разные стороны поверхности σ.

2) Если поверхность σ состоит из частей σ_1 и σ_2, то

$$\Pi_\sigma(u) = \Pi_{\sigma_1}(u) + \Pi_{\sigma_2}(u).$$

3) Если $\vec{u} = c_1\vec{u_1} + c_2\vec{u_2}$,

то

$\Pi_\sigma(u) = C_1\Pi_\sigma(u_1) + C_2\Pi_\sigma(u_2)$ - свойство линейности потока.

Вычисление потока

Первый способ:

1. Найти проекцию поверхности σ на плоскость *xOy* – получить область *D*.

2. Найти единичный нормальный вектор поверхности σ. Для этого записать уравнение поверхности в виде $F(x, y, z)=0$. Найти $\text{grad}F = F'_x i + F'_y j + F'_z k$. Найти $|\text{grad}F| = \sqrt{(F'_x)^2 + (F'_y)^2 + (F'_z)^2}$. Так как $\text{grad}F$ направлен по нормали к поверхности σ, то единичный вектор нормали

$$n = \pm\frac{\text{grad}F}{|\text{grad}F|} = \pm\frac{F'_x i + F'_y j + F'_z k}{\sqrt{(F'_x)^2 + (F'_y)^2 + (F'_z)^2}}.$$

Знак + или – выбираем в зависимости от заданной стороны поверхности.

3. Найти $d\sigma$.

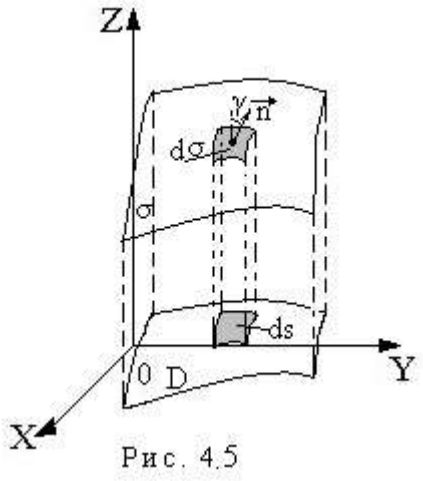


Рис. 4.5

Угол между $\vec{n}$ и осью Oz равен γ. Если считать, что в пределах площадки $d\sigma$ направление $\vec{n}$ не меняется, то угол наклона площадки $d\sigma$ к плоскости xOy (площадке ds) тоже равен γ, тогда площади этих площадок связаны соотношением

$$ds = \cos\gamma \cdot d\sigma \text{ и } d\sigma = \frac{ds}{\cos\gamma}.$$

Вектор $n = \cos\alpha i + \cos\beta j + \cos\gamma k$,

поэтому $$\cos\gamma = \pm\frac{F'_z}{\sqrt{(F'_x)^2 + (F'_y)^2 + (F'_z)^2}}.$$

Тогда $$d\sigma = \frac{\sqrt{(F'_x)^2 + (F'_y)^2 + (F'_z)^2}}{|F'_z|}ds.$$

4. Уравнение поверхности σ записать в виде $z=z(x,y)$.

5. Вычислить $\Pi_\sigma(\bar{u}) = \iint\limits_\sigma (\bar{u}\cdot n)d\sigma = \iint\limits_D \left(\frac{u\cdot n}{|\cos\gamma|}\Big|_{z=z(x,y)}\right)\cdot ds$, подставив все найденные величины в двойной интеграл по области D и вычислив полученный интеграл.

Замечание

В случае замкнутой поверхности σ, $\vec{n}$ - вектор внешней нормали.

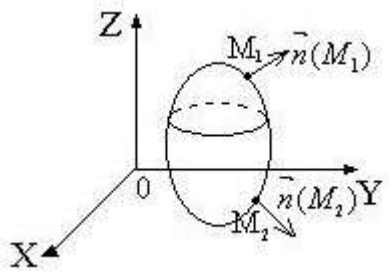


Рис. 4.6

Второй способ:

Пусть $\bar{u} = P(x,y,z)\bar{i} + Q(x,y,z)\bar{j} + R(x,y,z)\bar{k}$

$$\bar{n} = \bar{i}\cos\alpha + \bar{j}\cos\beta + \bar{k}\cos\gamma$$

$$\bar{u}\cdot\bar{n} = P(x,y,z)\cos\alpha + Q(x,y,z)\cos\beta + R(x,y,z)\cos\gamma$$

Элемент площади ds в плоскости xOy равен $dxdy$, в плоскости xOz - $dxdz$ и в плоскости yOz - $dydz$.

Мы показали, что при проецировании поверхности σ на плоскость xOy $ds = \cos\gamma \cdot d\sigma$, т. е. $\cos\gamma d\sigma = dxdy$. (Смотри пункт 3 первого способа вычисления потока).

Тогда при проецировании поверхности σ на плоскость xOz $\cos\beta d\sigma = dxdz$, а на плоскость yOz $\cos\alpha d\sigma = dydz$.

Поток вектора $\vec{u}$ через поверхность σ равен

$$\begin{aligned}\Pi_\sigma(u) &= \iint_\sigma \bar{u}\cdot\bar{n}d\sigma = \iint_\sigma \left(P(x,y,z)\cos\alpha + Q(x,y,z)\cos\beta + R(x,y,z)\cos\gamma\right)d\sigma = \\ &= \iint_\sigma \left(P(x,y,z)dydz + Q(x,y,z)dxdz + R(x,y,z)dxdy\right).\end{aligned} \tag{23}$$

Полученный интеграл

$$\iint_\sigma P(x,y,z)dydz + Q(x,y,z)dxdz + R(x,y,z)dxdy\,.$$

называется поверхностным интегралом второго типа (по координатам).

Предположим, что уравнение поверхности σ можно решить относительно всех переменных

$$\sigma : \Phi(x,y,z) = 0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} x = \varphi(y,z) \\ y = \psi(x,z) \\ z = \eta(x,y) \end{array}\right.$$

Обозначим проекцию поверхности σ на плоскость xOy через σ_{xy}, на плоскость xOz через σ_{xz} и на плоскость yOz через σ_{yz}. Тогда поверхностный интеграл второго типа приводится к сумме двойных интегралов:

$$\iint_{\sigma} P(x,y,z)dydz + Q(x,y,z)dxdz + R(x,y,z)dxdy = \iint_{\sigma_{yz}} P(\varphi(y,z),y,z)dydz + \\ + \iint_{\sigma_{xz}} Q(x,\psi(x,z),z)dxdz + \iint_{\sigma_{xy}} R(x,y,\eta(x,y))dxdy. \tag{24}$$

Замечание

Поток вектора $\vec{u}(M)$ через кривую L равен криволинейному интегралу по координатам

$$\Pi_L(\vec{u}) = \int_L Q(x,y)dx - P(x,y)dy\,. \tag{25}$$

5. Оператор Гамильтона «набла»

Английский математик Гамильтон (1805-1865) ввел векторно-дифференциальный оператор $\nabla = \vec{i}\frac{\partial}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial}{\partial z}$, называемый «набла» (по-гречески – арфа, форму которой напоминает значок ∇). Набла действует только на множитель, который стоит непосредственно за ним. Если $u=f(x, y, z)$ скалярная функция (скалярное поле), то произведение вектора ∇ на скаляр u:

$$\nabla u = \vec{i}\frac{\partial u}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial u}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial u}{\partial z} = gradu \text{ - вектор.}$$

Если $\vec{u} = P\vec{i} + Q\vec{j} + R\vec{k}$ - векторная функция (векторное поле), то скалярное произведение вектора ∇ на вектор $\vec{u}$ равно сумме произведений одноименных координат векторов $\nabla\vec{u} = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z}$ - скаляр, а векторное произведение ∇ на $\vec{u}$:

$$\nabla \times \vec{u} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} = \vec{i}\left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z}\right) - \vec{j}\left(\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial z}\right) + \vec{k}\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right) \quad \text{- вектор.}$$

С помощью ∇ проще записать некоторые понятия, связанные с полями, и операции над ними.

6. Дивергенция векторного поля

Пусть в трехмерном пространстве (или в области G) определено векторное поле $\vec{U}(M)$. Возьмем произвольную точку M и окружим замкнутой поверхно-

стью σ. Вычислим поток $\Pi_\sigma\left(\vec{U}\right)$ векторного поля через поверхность σ. Найдем объем v области, ограниченной σ. Дивергенцией (расходимостью) $div\vec{U}(M)$ векторного поля $\vec{U}(M)$ в точке M называется предел отношения потока $\Pi_\sigma\left(\vec{U}\right)$ векторного поля через замкнутую поверхность σ к объему области, ограниченной σ, вычисленный при условии, что поверхность σ стягивается в точку M:

$$div\vec{U}(M) = \lim_{\substack{v\to 0 \\ (\sigma\to M)}} \frac{\Pi_\sigma\left(U\right)}{V} = \lim_{\substack{v\to 0 \\ (\sigma\to M)}} \frac{1}{v}\iint_\sigma u\cdot d\vec{\sigma}\cdot \tag{26}$$

Если в пространстве введена прямоугольная система координат $Oxyz$ и

$$\vec{U}(M) = P(x,y,z)\,\vec{i} + Q(x,y,z)\,\vec{j} + R(x,y,z)\,\vec{k}\,,$$

то

$$div\vec{U}(M) = \nabla\vec{U} = \frac{\partial P(x,y,z)}{\partial x} + \frac{\partial Q(x,y,z)}{\partial y} + \frac{\partial R(x,y,z)}{\partial z}$$

пишут

$$div\vec{U}(M) = \nabla\vec{U} = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z}\cdot \tag{27}$$

Ранее мы говорили, что все эти частные производные существуют. Используя гидродинамическую интерпретацию, считаем поле $\vec{U}(M)$ стационарным полем скоростей несжимаемой текущей жидкости. Это течение может быть обусловлено наличием источников – точек, производящих жидкость, и стоков – точек, поглощающих жидкость. Величина $\Pi_\sigma\left(U\right)$ дает объем жидкости, протекающей в единицу времени с внутренней стороны σ на внешнюю. Но эта величина равна количеству жидкости, вырабатываемой всеми источниками, находящимися в области, ограниченной σ, т. е. равна суммарной мощности всех источников внутри σ. Тогда предел отношения мощности источников в области к объему области, найденный при условии, что область стягивается (сжимается) в точку M, равен плотности мощности источников жидкости в этой точке.

Итак, в гидродинамической интерпретации дивергенция $div\vec{U}(M)$ векторного поля $\vec{U}(M)$ в точке M – это плотность мощности источников жидкости в этой точке.

Есть и другие интерпретации. Так, в электрическом векторном поле напряженности, созданном электрическими зарядами, распределенными в пространстве, дивергенция вектора напряженности является плотностью распределения электрических зарядов в данной точке поля.

7. Ротор (вихрь) векторного поля

Пусть в пространстве (или в области G) определена прямоугольная система координат и задано векторное поле:

$$\vec{u}(M) = P(x,y,z)\vec{i} + Q(x,y,z)\vec{j} + R(x,y,z)\vec{k}.$$

Ротором $rot\vec{u}(M)$ поля $\vec{u}$ в точке M называют вектор

$$rot\vec{u}(M) = \nabla \times \vec{u} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} = \vec{i}\left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z}\right) - \vec{j}\left(\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial z}\right) + \vec{k}\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right) \qquad (28)$$

Этот вектор характеризует завихренность поля в точке M (тенденцию к вращению). Проведем через точку M плоскость Г, ее ориентацию в пространстве зададим единичным нормальным вектором $\vec{n}$ в точке M.

В плоскости Г возьмем замкнутую кривую L, обходящую точку M, и выберем направление обхода L таким, чтобы с конца $\vec{n}$ обход казался происходящим против движения часовой стрелки.

Обозначим площадь, ограниченную контуром L, через ΔS. Найдем циркуляцию векторного поля $\vec{u}(M)$ вдоль контура L: $Ц_L(\vec{u}) = \oint_L \vec{u} \cdot \vec{dr}$.

Доказывается, что проекция ротора поля $\vec{u}(M)$ в точке M на вектор $\vec{n}$ равна пределу отношения циркуляции поля по контуру L к площади ΔS, ограниченной контуром, при условии, что контур L стягивается в точку M, а $\Delta S \to 0$.

$$np_n\left(rot\vec{u}(M)\right) = \lim_{\substack{\Delta S \to 0 \\ (L \to M)}} \frac{1}{\Delta S} \oint_L \vec{u} \cdot \vec{dr} \qquad (29)$$

8. Потенциальное векторное поле

Векторное поле $\vec{U}(M)$, заданное в односвязной области *G*, называется потенциальным, если существует такая скалярная функция *f*(*M*), что во всех точках $M \in G$ вектор

$$\vec{U}(M) = \text{grad} f(M) \tag{30}$$

В этом случае функция *f*(*M*)=*f*(*x, y, z*) называется потенциалом векторного поля $\vec{U}(M)$. (Для силовых полей *f*(*M*) называется силовой функцией, потенциалом называется (*-1*)*f*(*M*)=*-f*(*M*).

Теорема **(признак потенциального поля)**

Для того чтобы векторное поле $\vec{U}(M)$ было потенциальным в односвязной области *G*, необходимо и достаточно, чтобы в каждой точке *M* этой области $rot\vec{U}(M) = 0$.

Необходимость можно формально рассмотреть: $rot\vec{U}(M) = rot(gradf) = \nabla \times (\nabla f)$. «Векторы» ∇ и ∇f коллинеарны, следовательно, их векторное произведение равно нулю:

$$rot\vec{U} = 0 \tag{31}$$

Пусть $\vec{U}(M) = P(M)\vec{i} + Q(M)\vec{j} + R(M)\vec{k}$,

$$rot\vec{U}(M) = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} = \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z}\right)\vec{i} - \left(\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial z}\right)\vec{j} + \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right)\vec{k}.$$

Получим, что поле $\vec{U}(M)$ является потенциальным в том и только в том случае, когда

$$\frac{\partial R}{\partial y} = \frac{\partial Q}{\partial z}, \quad \frac{\partial R}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial z}, \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y}. \tag{32}$$

8.1. Плоское потенциальное поле

Если поле плоское, т. е. $\vec{U}(M) = P(x,y)\vec{i} + Q(x,y)\vec{j}$

$$rot\vec{U}(M) = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & 0 \\ P & Q & 0 \end{vmatrix} = \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) \vec{k} \qquad (33)$$

- поле называется потенциальным при $\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y}$.

В этом случае $\vec{U} = gradf(x,y) = f'_x(x,y)\vec{i} + f'_y(x,y)\vec{j}$, т.е. $P(x,y) = f'_x(x,y),\ Q(x,y) = f'_y(x,y)$ и

$$\int_{AB} P(x,y)\,dx + Q(x,y)\,dx = \int_{AB} f'_x(x,y)\,dx + f'_y(x,y)\,dx = \int_{AB} df(x,y) = f(x,y)\Big|_A^B = f(B) - f(A)$$

для всех дуг, натянутых между точками A и B.

Получили, что при $\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y}$ криволинейный интеграл не зависит от пути интегрирования. Работа силы $\vec{U} = \vec{F}$ не зависит от пути, по которому движется точка. Тогда криволинейный интеграл по любому замкнутому контуру в заданной области равен нулю:

$$\int_L P(x,y)\vec{i} + Q(x,y)\vec{j} = 0, \qquad (34)$$

т. е. циркуляция поля вдоль любого замкнутого контура равна нулю $Ц_L\left(\vec{U}\right) = 0$.

Потенциал плоского поля $\vec{U}(M) = P(x,y)\vec{i} + Q(x,y)\vec{j}$ находят по формуле

$$f(x,y) + c = \int_{\overset{\cup}{M_0 M}} P(x,y)dx + Q(x,y)dy, \qquad (35)$$

где $M(x,y)$, $M_0(x_0,y_0)$ взяты произвольно. Удобнее всего за дугу $\overset{\cup}{M_0 M}$ брать двузвенную ломаную линию, звенья которой параллельны осям координат, так как на вертикальном звене $dx = 0$, а на горизонтальном $dy = 0$.

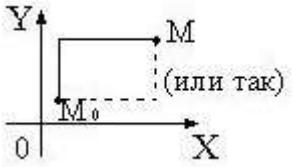


Рис. 8.1

$$f(x,y)+c=\int_{y_0}^{y} Q(x_0,y)dy+\int_{x_0}^{x} P(x,y_0)dx \qquad (36)$$

$$f(x,y)+c=\int_{x_0}^{x} P\left(x,y_0\right)dx+\int_{y_0}^{y} Q\left(x,y_0\right)dx$$

IV. РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

1. Вычисление и применение двойного интеграла

При решении этих задач используйте следующую схему:

1) сделать чертеж;
2) выбрать подходящие формулы (по условию задачи и по чертежу);
3) найти все элементы выбранных формул;
4) вычислить получившийся повторный интеграл.

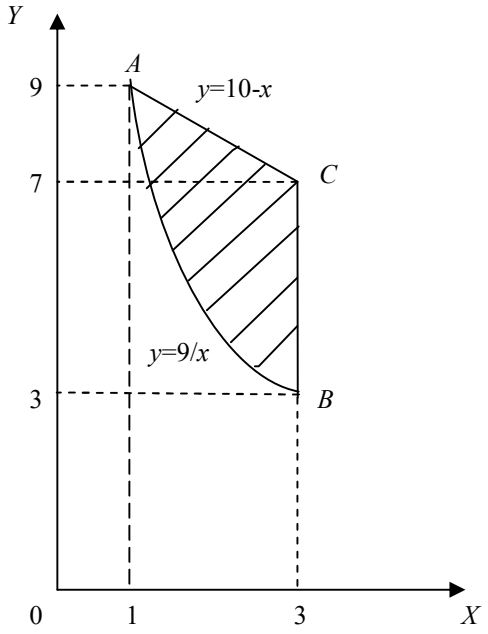
Пример 1

Вычислить $\iint\limits_D (2x+y)dS,$ если D: $\begin{cases} 1 \le x \le 3 \\ \dfrac{9}{x} \le y \le 10-x \end{cases}$

Изменить порядок интегрирования в полученном повторном интеграле и еще раз вычислить интеграл

Решение

Построим чертеж:



Уравнения границ области $D: x=1, x=3, y=\frac{9}{x}, y=10-x$ (каждое неравенство, задающее *D*, превращаем в уравнение).

Для вычисления выберем формулу

$$\iint\limits_D f(x,y)dS = \int\limits_a^b \left(\int\limits_{g(x)}^{h(x)} f(x,y)dy \right) dx.$$

Найдем элементы формулы.

Так как область расположена между прямыми $x = 1$ и $x = 3$, то $a = 1$, $b = 3$. Нижняя граница области – дуга $\overset{\cup}{AB}$ задана уравнением $y=\frac{9}{x}$, следовательно, $g(x)=\frac{9}{x}$. Верхняя граница – прямая AC задана уравнением $y = 10 - x$, следовательно, $h(x) = 10 - x$. Получим повторный интеграл.

$$\iint\limits_D (2x+y)dS = \int\limits_1^3 \left(\int\limits_{\frac{9}{x}}^{10-x} (2x+y)dy \right) dx.$$

Вычислим внутренний интеграл, считая x – постоянной.

$$\int_{\frac{9}{x}}^{10-x}(2x+y)dy=\int_{\frac{9}{x}}^{10-x}2xdy+\int_{\frac{9}{x}}^{10-x}ydy=2x\int_{\frac{9}{x}}^{10-x}dy+\frac{y^2}{2}\Bigg|_{\frac{9}{x}}^{10-x}=2xy\Big|_{\frac{9}{x}}^{10-x}+\frac{1}{2}(10-x)^2-\frac{81}{2x^2}=$$

$$2x(10-x)-2x\cdot\frac{9}{x}+\frac{1}{2}(10-x)^2-\frac{81}{2x^2}=20x-2x^2-18+50-10x+\frac{1}{2}x^2-\frac{81}{2x^2}=$$

$$=10x-\frac{3}{2}x^2+32-\frac{81}{2x^2}$$

От полученной функции вычислим внешний интеграл

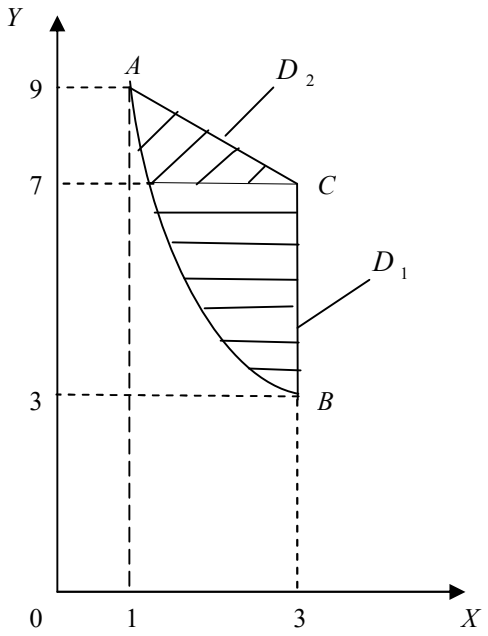
$$\iint_D(2x+y)dS=\int_1^3\left(10x-\frac{3}{2}x^2+32-\frac{81}{2x^2}\right)dx=\left(5x^2-\frac{x^3}{2}+32x+\frac{81}{2x}\right)\Bigg|_1^3=\left(45-\frac{27}{2}+96+\frac{27}{2}\right)-$$

$$-\left(5-\frac{1}{2}+32+\frac{81}{2}\right)=64.$$

Изменить порядок интегрирования в данном случае означает, что внутренний интеграл нужно взять по x, а внешний по y и для вычисления интеграла выбрать формулу:

$$\iint_D f(x,y)dS=\int_a^b\left(\int_{g(y)}^{h(y)}f(x,y)dx\right)dy.$$

Выполним чертеж еще раз:



Найдем координаты точек *A, B* и *C*:

$$A:\begin{cases} y=\dfrac{9}{x} \\ y=10-x \end{cases}, A(1;9), \quad B:\begin{cases} x=3 \\ y=\dfrac{9}{x} \end{cases}, B(3;3), \quad C:\begin{cases} x=3 \\ y=10-x \end{cases}, C(3;7).$$

Правая граница области D состоит из отрезков BC и AC различных прямых, следовательно, область D нужно разбить на две части - D_1 и D_2, тогда $\iint\limits_D (2x+y)dS = \int\limits_{D_1} (2x+y)dS + \iint\limits_{D_2} (2x+y)dS$. Уравнения границ нужно решить относительно x. Левая граница обеих частей – дуга $\overset{\cup}{AB}$: $y=\dfrac{9}{x} \Rightarrow x=\dfrac{9}{y}$. Правая граница области D_1 - отрезок BC: $x = 3$. Правая граница области D_2 - отрезок AC: $y=10-x \Rightarrow x=10-y$. Область D_1 расположена между прямыми $y = 3$ и $y = 7$. Внутри области D_1 x изменяется от границы $x=\dfrac{9}{y}$ до границы $x = 3$. Получим $\iint\limits_{D_1} (2x+y)dS = \int\limits_3^7 (\int\limits_{\frac{9}{y}}^3 (2x+y)dx)dy$. Область D_2 расположена между прямыми $y=7$ и $y=9$. Внутри области D_2 x изменяется от границы $x=\dfrac{9}{y}$ до границы $x = 10 – y$.

Получим:

$$\iint\limits_{D_2} (2x+y)dS = \int\limits_7^9 (\int\limits_{\frac{9}{y}}^{10-y} (2x+y)dx)dy.$$

Следовательно:

$$\iint\limits_D (2x+y)dS = \int\limits_3^7 (\int\limits_{\frac{9}{y}}^3 (2x+y)dx)dy + \int\limits_7^9 (\int\limits_{\frac{9}{y}}^{10-y} (2x+y)dx)dy$$ -

порядок интегрирования изменен.

Вычислим:

$$\iint\limits_{D_1} (2x+y)dS = \int\limits_3^7 (\int\limits_{\frac{9}{y}}^3 (2x+y)dx)dy.$$

Внутренний интеграл вычисляем, считая y постоянной.

$$\int_{\frac{9}{y}}^{3}(2x+y)dx=\int_{\frac{9}{y}}^{3}2xdx+\int_{\frac{9}{y}}^{3}ydx=2\int_{\frac{9}{y}}^{3}xdx+y\int_{\frac{9}{y}}^{3}dx=x^2\Big|_{\frac{9}{y}}^{3}+yx\Big|_{\frac{9}{y}}^{3}=3y-\frac{81}{y^2},$$

Тогда $$\iint_{D_1}(2x+y)ds=\int_3^7(3y-\frac{81}{y^2})dy=(\frac{3y^2}{2}+\frac{81}{y})\Big|_3^7=\frac{312}{7}.$$

Вычислим:

$$\iint_{D_2}(2x+y)dS=\int_7^9(\int_{\frac{9}{y}}^{10-y}(2x+y)dx)dy=\int_7^9(x^2+xy)\Big|_{\frac{9}{y}}^{10-y}dy=\int_7^9((10-y)^2+(10-y)y-\frac{81}{y^2}-9)dy=$$

$$=\int_7^9(91-10y-\frac{81}{y^2})dy=(91y-5y^2+\frac{81}{y})\Big|_7^9=\frac{136}{7}.$$

Следовательно:

$$\iint_D(2x+y)dS=\frac{312}{7}+\frac{136}{7}=\frac{448}{7}=64.$$

Мы убедились, что в данном случае проще вычислить внутренний интеграл по y, а внешний по x.

Ответ:

$$\iint_D(2x+y)dS=\int_1^3(\int_{\frac{9}{x}}^{10-x}(2x+y)dy)dx=\int_3^7(\int_{\frac{9}{y}}^{3}(2x+y)dx)dy+\int_7^9(\int_{\frac{9}{y}}^{10-y}(2x+y)dx)dy=64.$$

Пример 2

Найти статические моменты относительно осей координат однородной фигуры: ограниченной линиями $4x^2+y^2=4$, $2x+y=2$ и расположенной в первой четверти, если поверхностная плотность массы $\delta=1$.

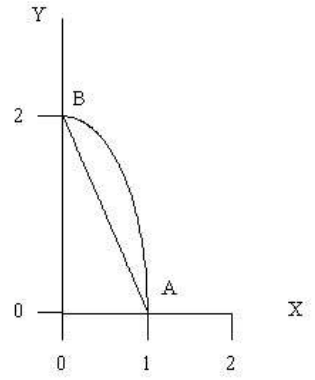
Решение

Выполним чертеж.

Линия $4x^2 + y^2 = 4$ - эллипс

$\frac{x^2}{1} + \frac{y^2}{4} = 1.$

$2x + y = 2$ – прямая.



При построении получили точки пересечения линий A (1;0), B (0;2). По условию задачи выберем формулы вычисления статических моментов плоской области:

$$M_x = \iint\limits_D y dS, \quad M_y = \iint\limits_D x ds.$$

При вычислении M_x внутренний интеграл удобнее брать по y, а при вычислении M_y по x, так как в этом случае внешние интегралы получаются более простыми (проверьте это). Используем обе формулы вычисления двойного интеграла, а значит, уравнения границ области нужно решить и относительно y и относительно x.

Отрезок прямой $2x + y = 2 \Rightarrow y = 2(1 - x)$ или $x = \frac{1}{2}(2 - y).$

Дуга эллипса $4x^2 + y^2 = 4 \Rightarrow y = 2\sqrt{1 - x^2}$ или $x = \frac{1}{2}\sqrt{4 - y^2}$.

$$M_x = \iint\limits_D y ds = \int\limits_0^1 \left(\int\limits_{2(1-x)}^{2\sqrt{1-x^2}} y dy \right) dx = \int\limits_0^1 \left(\frac{1}{2} y^2 \Big|_{2(1-x)}^{2\sqrt{1-x^2}} \right) dx = 2\int\limits_0^1 (1 - x^2 - (1-x)^2) dx =$$

$$= 2\int\limits_0^1 (2x - 2x^2) dx = 2\left(x^2 - \frac{2x^3}{3} \right) \Big|_0^1 = 2\left(1 - \frac{2}{3} \right) = \frac{2}{3}.$$

$$M_y = \iint\limits_D x dz = \int\limits_0^2 \left(\int\limits_{\frac{1}{2}(2-y)}^{\frac{1}{2}\sqrt{4-y^2}} x dx \right) dy = \int\limits_0^2 \left(\frac{1}{2} x^2 \Big|_{\frac{1}{2}(2-y)}^{\frac{1}{2}\sqrt{4-y^2}} \right) dy =$$

$$= \frac{1}{8}\int\limits_0^2 (4 - y^2 - (2-y)^2) dy = \frac{1}{8}\int\limits_0^2 (4y - 2y^2) dy = \frac{1}{8}\left(2y^2 - \frac{2y^3}{3} \right)_0^2 = \frac{1}{4}\left(4 - \frac{8}{3} \right) = \frac{1}{3}.$$

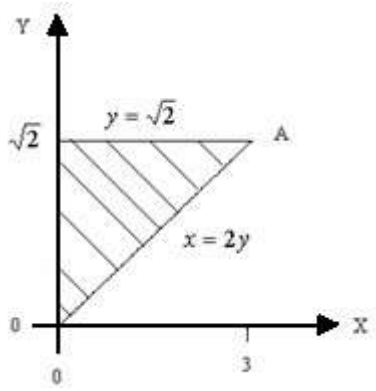
Ответ: $M_x = \frac{2}{3}; M_y = \frac{1}{3}.$

Пример 3

Найти момент инерции относительно оси О*x* фигуры, ограниченной линиями $x=0, y=\sqrt{2}, y=\frac{x}{2},$ если поверхностная плотность массы $\delta = \exp\left(-\frac{xy}{2}\right) = e^{-\frac{xy}{2}}$.

Решение

Выполним чертеж:



По условию задачи выберем формулу момента инерции:

$$J_x = \iint\limits_D y^2 \delta(x,y)ds = \iint\limits_D y^2 e^{-\frac{xy}{2}} ds\,.$$

Область *D* удобна для вычисления повторного интеграла при любом порядке интегрирования. Подынтегральная функция по x интегрируется значительно легче, чем по y , поэтому возьмем внутренний интеграл по x , а внешний по y.

Решим уравнения границ относительно x. Левая граница: $x=0$ (задана). Правая граница: $y=\frac{x}{2} \Rightarrow x=2y$.

Область *D* расположена между прямыми $y=0$ и $y=\sqrt{2}.$ Внутри области x изменяется от границы $x=0$ до границы $x=2y,$ значит:

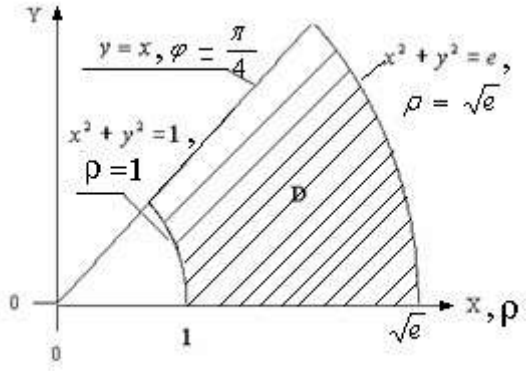
$$J_x = \int\limits_0^{\sqrt{2}}\left(\int\limits_0^{2y} y^2 e^{-\frac{xy}{2}} dx\right)dy = \int\limits_0^{\sqrt{2}}\left(y^2\int\limits_0^{2y} e^{-\frac{xy}{2}} dx\right)dy = \int\limits_0^{\sqrt{2}}(-y^2\cdot\frac{2}{y}e^{-\frac{xy}{2}}\Big|_0^{2y})dy = \int\limits_0^{\sqrt{2}}(-2ye^{-y^2}+2y)dy =$$

$$= \int\limits_0^{\sqrt{2}} e^{-y^2} d(-y^2) + y^2\Big|_0^{\sqrt{2}} = e^{-y^2}\Big|_0^{\sqrt{2}} + 2 = e^{-2} - 1 + 2 = e^{-2} + 1.$$

Ответ: $I_x = 1 + e^{-2}$.

Пример 4

Вычислить $I = \iint\limits_D \ln(x^2 + y^2)ds$, если $D: \begin{cases} 1 \le x^2 + y^2 \le e \\ 0 \le y \le x \end{cases}$.



Решение

Построим область *D*. Границы области: $x^2 + y^2 = 1$, $x^2 + y^2 = e$ - окружности радиусов *1* и $\sqrt{e}$ с центром в начале координат *y = 0, y = x* – прямые.

Так как. область интегрирования – часть кольца, перейдем к полярным координатам. В подынтегральном выражении заменим *x*, *y* и *ds* по формулам:
$x = \rho\cos\varphi$, $y = \rho\sin\varphi$, $ds = \rho d\varphi d\rho$.

Предварительно заменим

$$x^2 + y^2 = (\rho\cos\varphi)^2 + (\rho\sin\varphi)^2 = \rho^2(\cos^2\varphi + \sin^2\varphi) = \rho^2.$$

Тогда $I = \iint\limits_D \ln(x^2 + y^2)ds = \iint\limits_D \ln\rho^2 \cdot \rho d\varphi d\rho = 2\iint\limits_D \rho\ln\rho d\varphi d\rho$

запишем в полярных координатах уравнения границ области

$$x^2 + y^2 = 1 \Rightarrow \rho^2 = 1,\ \rho = 1$$
$$x^2 + y^2 = e \Rightarrow \rho^2 = e,\ \rho = \sqrt{e}$$
$$y = 0 \Rightarrow \rho\sin\varphi = 0,\ \rho \ne 0,\ \sin\varphi = 0,\ \varphi = 0$$
$$y = x \Rightarrow \rho\sin\varphi = \rho\cos\varphi,\ tg\varphi = 1,\ \varphi = \frac{\pi}{4}$$

В полярных координатах внешний интеграл всегда берем по φ, а внутренний -по ρ. Область расположена в секторе между лучами $\varphi = 0$ и $\varphi = \frac{\pi}{4}$. Внутри

области ρ изменяется от границы $\rho = 1$ до границы $\rho = \sqrt{e}$.Следовательно, по формуле

$$\iint\limits_D f(\rho\cos\varphi, \rho\sin\varphi)\rho d\varphi d\rho = \int\limits_\alpha^\beta \left(\int\limits_{g(\varphi)}^{h(\varphi)} f(\rho\cos\varphi, \rho\sin\varphi)\rho d\rho) \right) d\varphi$$

$$I = 2\int\limits_0^{\frac{\pi}{4}} (\int\limits_1^{\sqrt{e}} \rho\ln\rho d\rho) d\varphi \cdot$$

Внутренний интеграл вычислим, используя формулу интегрирования по частям:

$$\int\limits_a^b udv = uv\Big|_a^b - \int\limits_a^b vdu$$

$$\int\limits_1^{\sqrt{e}} \rho\ln\rho d\rho = \left| \begin{array}{c} u = \ln\rho, dv = \rho d\rho \\ v = \int \rho d\rho = \frac{\rho^2}{2} \\ du = (\ln\rho)' d\rho = \frac{d\rho}{\rho} \end{array} \right| = \frac{\rho^2}{2}\ln\rho\Big|_1^{\sqrt{e}} - \int\limits_1^{\sqrt{e}} \frac{\rho^2}{2}\cdot\frac{d\rho}{\rho} = \frac{e}{2}\ln\sqrt{e} - \frac{1}{2}\int\limits_1^{\sqrt{e}} \rho d\rho = \frac{e}{2}\cdot\frac{1}{2}\ln e - \frac{1}{2}\cdot\frac{\rho^2}{2}\Big|_1^{\sqrt{e}} =$$

$$= \frac{e}{4} - \frac{e}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

Тогда $J = 2\int\limits_0^{\frac{\pi}{4}} \cdot\frac{1}{4} d\varphi = \frac{1}{2}\varphi\Big|_0^{\frac{\pi}{4}} = \frac{\pi}{8}$

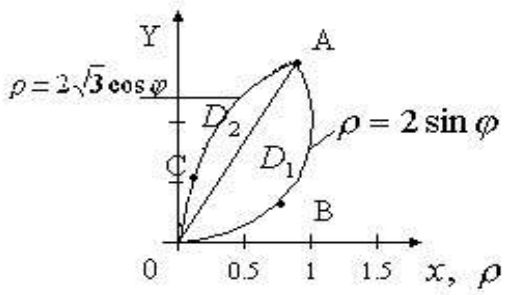
Ответ: $I = \frac{\pi}{8}.$

Пример 5

Вычислить площадь общей части двух кругов: $x^2 + y^2 \le 2y, x^2 + y^2 \le 2x\sqrt{3}$

Решение

Сделаем чертеж



$x^2 + y^2 = 2y$ - окружность $x^2 + (y-1)^2 = 1$ с центром в точке $(0;1)$ радиуса $r = 1.$ $x^2 + y^2 = 2x\sqrt{3}$ - окружность $(x - \sqrt{3})^2 + y^2 = 3$ с центром в точке $(\sqrt{3};0)$ радиуса $R = \sqrt{3}.$

Выберем формулу площади фигуры в полярных координатах, так как область ограничена окружностями

$$S = \iint\limits_D \rho d\varphi d\rho$$

Граница области состоит из дуг $\overset{\cup}{OBA}$ и $\overset{\cup}{OCA}$ разных окружностей, разобьем область D лучом OA на две части - $OBAO = D_1$ и $OACO = D_2$.

Площадь $OBAO$ обозначим $S_{1,}$, площадь $OACO$ – S_2.

Уравнения окружностей запишем в полярных координатах

$$\overset{\cup}{OBA}: x^2 + y^2 = 2y \Rightarrow \rho^2 = 2\rho\sin\varphi, \rho = 2\sin\varphi,$$

$$\overset{\cup}{OCA}: x^2 + y^2 = 2x\sqrt{3} \Rightarrow \rho = 2\sqrt{3}\cos\varphi.$$

Найдем уравнение луча OA, для чего найдем полярный угол точки A пересечения окружностей.

$$A: \begin{cases} \rho = 2\sin\varphi \\ \rho = 2\sqrt{3}\cos\varphi. \end{cases}$$

$$2\sin\varphi = 2\sqrt{3}\cos\varphi,\ tg\varphi = \sqrt{3},\ \varphi = \frac{\pi}{3}$$

Уравнение луча $OA: \varphi = \frac{\pi}{3}$

Так как окружность $\overset{\smile}{OBA}$ касается оси *ox*, то область D_1 ограничена лучом $\varphi = 0$.

Так как окружность $\overset{\smile}{OCA}$ касается оси O*y*, то область D_2 ограничена лучом $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Область D_1 расположена в секторе между лучами $\varphi = 0$ и $\varphi = \frac{\pi}{3}$, внутри области D_1 ρ изменяется от $\rho = 0$ до $\rho = 2\sin\varphi$. Запишем S_1 и вычислим интеграл по формуле

$$S_1 = \iint\limits_{D_1} \rho d\varphi d\rho = \int\limits_0^{\frac{\pi}{3}} \left(\int\limits_0^{2\sin\varphi} \rho d\rho \right) d\varphi = \int\limits_0^{\frac{\pi}{3}} \left(\frac{\rho^2}{2}\Big|_0^{2\sin\varphi} \right) d\varphi = \int\limits_0^{\frac{\pi}{3}} 2\sin^2\varphi d\varphi = \int\limits_0^{\frac{\pi}{3}} (1-\cos 2\varphi) d\varphi =$$

$$= \left(\varphi - \frac{1}{2}\sin 2\varphi\right)\Big|_0^{\frac{\pi}{3}} = \frac{\pi}{3} - \frac{1}{2}\sin\frac{2\pi}{3} = \frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4}.$$

Область D_2 расположена в секторе между лучами $\varphi = \frac{\pi}{3}$ и $\varphi = \frac{\pi}{2}$, внутри области ρ изменяется от $\rho = 0$ до $\rho = 2\sqrt{3}\cos\varphi$.

$$S_2 = \iint\limits_{D_2} \rho d\varphi d\rho = \int\limits_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}} \left(\int\limits_0^{2\sqrt{3}\cos\varphi} \rho d\rho \right) d\varphi = \int\limits_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}} \left(\frac{\rho^2}{2}\Big|_0^{2\sqrt{3}\cos\varphi} \right) d\varphi =$$

$$= \int\limits_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}} 6\cos^2\varphi d\varphi = 3\int\limits_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}} (1+\cos 2\varphi) d\varphi = 3\left(\varphi + \frac{1}{2}\sin 2\varphi\right)\Big|_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}} =$$

$$= 3\left(\frac{\pi}{2} + \frac{1}{2}\sin\pi\right) - 3\left(\frac{\pi}{3} + \frac{1}{2}\sin\frac{2\pi}{3}\right) = \frac{3\pi}{2} - \pi - \frac{3\sqrt{3}}{4} = \frac{\pi}{2} - \frac{3\sqrt{3}}{4}.$$

Следовательно

$$S = S_1 + S_2 = \frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{2} - \frac{3\sqrt{3}}{4} = \frac{5\pi}{6} - \sqrt{3}.$$

Ответ: $S = \frac{5\pi}{6} - \sqrt{3}$.

2. Вычисление и применение тройного интеграла

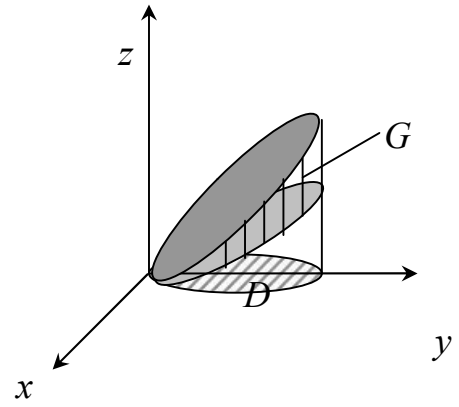
Схема применения тройного интеграла такая же, как двойного: чертеж, выбор формул, поиск всех элементов формул, вычисление полученных интегралов.

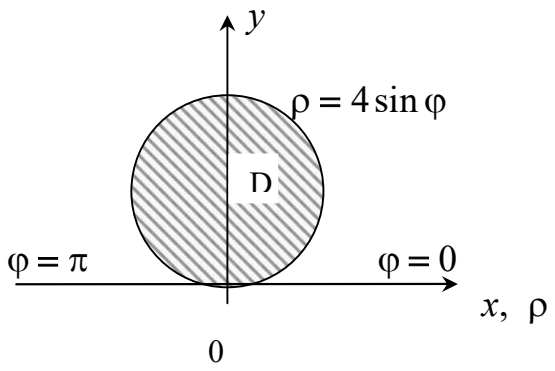
Пример 6

Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 = 4y, z = y, z = 2y.$

Решение

Выполним чертеж. Поверхность $x^2 + y^2 = 4y$ - круговой цилиндр, его образующие параллельны оси *oz*, направляющей служит окружность в плоскости *oxy*. Плоскости $z = y$, $z = 2y$ проходят через ось *ox*, но имеют разный наклон к плоскости *xoy*. Они вырезают из цилиндра слой (область *G*, тело), объем которого нам нужно вычислить.





Объем области *G*: $V = \iiint\limits_G dv$.

Вычислим интеграл по формуле

$$V = \iiint\limits_G dv = \iint\limits_D \left(\int\limits_{g(x,y)}^{h(x,y)} dz \right) ds .$$

Проекцией области *G* на плоскость *xoy* является область *D*, ограниченная окружностью $x^2 + y^2 = 4y$. Снизу область *G* ограничена плоскостью $z = y$, следовательно, $g(x, y) = y.$ Сверху ограничена плоскостью $z = 2y$, следовательно, $h(x, y) = 2y.$

Тогда $V = \iint\limits_D \left(\int\limits_y^{2y} dz \right) ds = \iint\limits_D \left(z \Big|_y^{2y} \right) ds = \iint\limits_D (2y - y) ds = \iint\limits_D y ds$.

Полученный двойной интеграл вычислим в полярных координатах:

$x = \rho\cos\varphi, y = \rho\sin\varphi, ds = \rho d\varphi d\rho,$

$x^2 + y^2 = 4y \Rightarrow \rho^2 = 4\rho\sin\varphi \Rightarrow \rho = 0(полюс), \rho = 4\sin\varphi.$

Область D расположена в секторе между лучами $\varphi = 0$ *и* $\varphi = \pi,$ внутри области ρ изменяется от $\rho = 0$ до $\rho = 4\sin\varphi.$

$$V = \iint\limits_D \rho\sin\varphi \cdot \rho d\varphi d\rho = \iint\limits_D \rho^2 \sin\varphi d\varphi d\rho = \int\limits_0^{\pi} \left(\int\limits_0^{4\sin\varphi} \rho^2 \sin\varphi d\rho \right) d\varphi = \int\limits_0^{\pi} \left(\sin\varphi \int\limits_0^{4\sin\varphi} \rho^2 d\rho \right) d\varphi =$$

$$= \int\limits_0^{\pi} \left(\sin\varphi \cdot \frac{\rho^3}{3} \Big|_0^{4\sin\varphi} \right) d\varphi = \int\limits_0^{\pi} \frac{64}{3} \sin^4\varphi d\varphi = \frac{16}{3} \int\limits_0^{\pi} \left(2\sin^2\varphi \right)^2 d\varphi = \frac{16}{3} \int\limits_0^{\pi} (1 - \cos 2\varphi)^2 d\varphi =$$

$$= \frac{16}{3} \int\limits_0^{\pi} (1 - 2\cos 2\varphi + \cos^2 2\varphi) d\varphi = \frac{16}{3} \varphi \Big|_0^{\pi} - \frac{16}{3} \sin 2\varphi \Big|_0^{\pi} + \frac{8}{3} \int\limits_0^{\pi} (1 + \cos 4\varphi) d\varphi = \frac{16\pi}{3} + \frac{8}{3} \varphi \Big|_0^{\pi} +$$

$$+ \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{4} \sin 4\varphi \Big|_0^{\pi} = \frac{16}{3}\pi + \frac{8}{3}\pi = 8\pi.$$

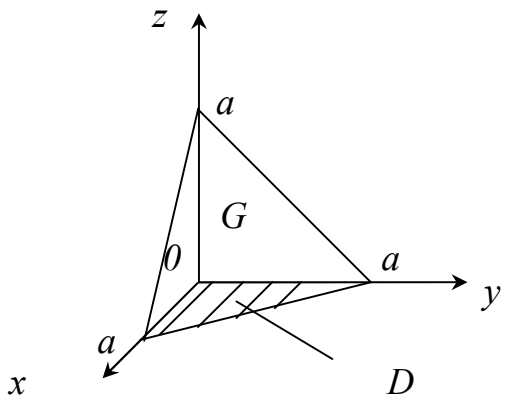
Ответ: $V = 8\pi.$

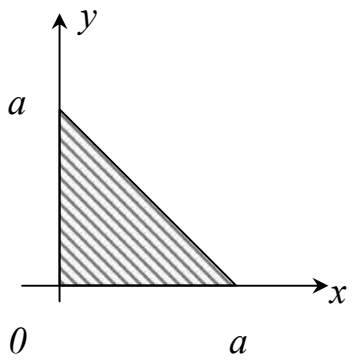
Пример 7

Найти центр массы одородной пирамиды, ограниченной плоскостями $x = 0, y = 0, z = 0, x + y + z = a.$

Решение

$x = 0, y = 0, z = 0$ - координатные плоскости. Найдем точки пересечения плоскости $x + y + z = a$ с осями координат. Например с Оx: $y = 0, z = 0$ подставим в уравнение плоскости $x + 0 + 0 = a,$ получим точку (a ,0, 0).





Проекция пирамиды на плоскость xoy – равнобедренный прямоугольный треугольник, ограниченный осями координат и линией пересечения плоскости $x+y+z=a$ с плоскостью $z=0$. Уравнение этой линии в плоскости xoy $x+y+0=a$ или $y=a-x$. Из соображений симметрии ясно, что все три координаты центра массы одинаковы. Найдем x_c по формуле

$$x_c=\frac{1}{V}\iiint\limits_G x\,dv.$$

G – область, занятая пирамидой. Объем пирамиды

$$V=\frac{1}{3}S_{осн.}\cdot H,\quad S_{осн.}=\frac{1}{2}a\cdot a=\frac{a^2}{2},\quad H=a,\quad V=\frac{1}{3}\cdot\frac{a^2}{2}\cdot a=\frac{a^3}{6}.$$

Внутри пирамиды G переменная z изменяется от $z=0$ (нижняя грань) до $z=a-x-y$ (верхняя грань).

Тогда

$$\iiint\limits_G x\,dv=\iint\limits_D\left(\int\limits_0^{a-x-y}x\,dz\right)ds=\iint\limits_D\left(xz\Big|_0^{a-x-y}\right)ds=\iint\limits_D x\,(a-x-y)\,ds=\int\limits_0^a\left(\int\limits_0^{a-x}(x\,(a-x)-xy)\,dy\right)dx=$$

$$=\int\limits_0^a\left(x(a-x)y-x\frac{y^2}{2}\right)\Big|_0^{a-x}dx=\int\limits_0^a(x(a-x)(a-x)-\frac{x(a-x)^2}{2})dx=\int\limits_0^a\frac{x(a-x)^2}{2}dx=$$

$$=\frac{1}{2}\int\limits_0^a(a^2x-2ax^2+x^3)dx=\frac{1}{2}(a^2\frac{x^2}{2}-2a\frac{x^3}{3}+\frac{x^4}{4})\Big|_0^a=\frac{1}{2}(\frac{a^4}{2}-\frac{2a^4}{3}+\frac{a^4}{4})=\frac{a^4}{24}$$

$x_c=\frac{a^4}{24}:\frac{a^3}{6}=\frac{6a^4}{24\,a^3}=\frac{a}{4}$, тогда $y_c=z_c=\frac{a}{4}$, $C(\frac{a}{4};\frac{a}{4};\frac{a}{4})$.

Ответ: $(\frac{a}{4};\frac{a}{4};\frac{a}{4})$.

3. Вычисление и применение поверхностного интеграла первого рода

Схема применения:

1. Выбрать формулу по условию задачи и получить поверхностный интеграл.
2. Найти проекцию поверхности на координатную плоскость. Сделать чертеж получившейся плоской области *D*.
3. Найти формулу элемента $d\sigma$ поверхности.
4. Поверхностный интеграл привести к двойному интегралу и вычислить двойной интеграл.

Пример 8

Найти массу, распределенную по части эллипсоида $z = 2\sqrt{1 - x^2 - y^2}$, находящейся внутри цилиндра $x^2 + y^2 = \frac{1}{4}$, если поверхностная плотность массы $\delta = \frac{1}{2}z$.

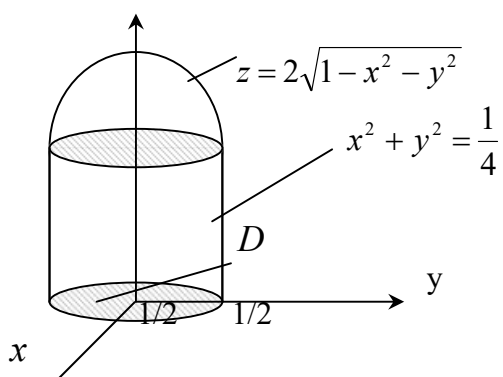
Решение

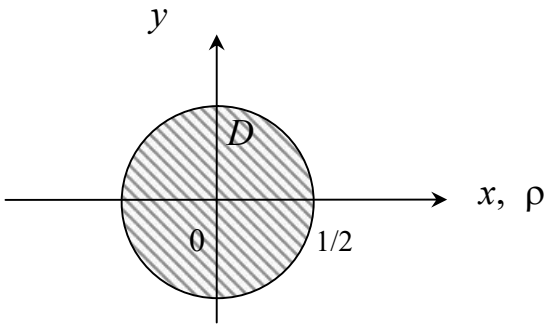
Масса, распределенная по поверхности σ с плотностью, $\delta = \delta\ (x, y, z)$ равна поверхностному интегралу:

$$m = \iint\limits_{\sigma} \delta(x, y, z)d\sigma = \iint\limits_{\sigma} \frac{1}{2} z d\sigma.$$

Образующие цилиндрической поверхности $x^2 + y^2 = \frac{1}{4}$ параллельны оси *oz,* направляющей является окружность в плоскости *xoy* с уравнением $x^2 + y^2 = \frac{1}{4}$.

Центр окружности *O* (0;0), радиус $R = \frac{1}{2}$. Следовательно, проекция заданной части эллипсоида на плоскость *xoy* – круг *D,* ограниченный этой окружностью.





Составим формулу элемента $d\sigma = \sqrt{1+(z'_x)^2+(z'_y)^2}\,ds$;

$$z = 2\sqrt{1-x^2-y^2},\ z'_x = \frac{-2x}{\sqrt{1-x^2-y^2}},\ z'_y = \frac{-2y}{\sqrt{1-x^2-y^2}},$$

$$d\sigma = \sqrt{1+\frac{4x^2}{1-x^2-y^2}+\frac{4y^2}{1-x^2-y^2}}ds = \sqrt{\frac{1+3x^2+3y^2}{1-x^2-y^2}}ds.$$

Подставим z и $d\sigma$ в поверхностный интеграл и приведем его к двойному интегралу

$$m = \iint\limits_{\sigma}\frac{1}{2}z d\sigma = \iint\limits_{D}\frac{1}{2}\cdot 2\sqrt{1-x^2-y^2}\cdot\sqrt{\frac{1+3x^2+3y^2}{1-x^2-y^2}}ds = \iint\limits_{D}\sqrt{1+3x^2+3y^2}\,ds.$$

Двойной интеграл вычислим в полярных координатах. Возьмем $x = \rho\cos\varphi, y = \rho\sin\varphi, ds = \rho d\varphi d\rho,$ уравнение окружности $x^2+y^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow \rho^2 = \frac{1}{4}, \rho = \frac{1}{2}.$ Полюс *0* находится внутри области *D,* поэтому область *D* занимает сектор от $\varphi = 0$ до $\varphi = 2\pi.$ Внутри области *D* ρ изменяется от $\rho = 0$ до $\rho = \frac{1}{2}.$

$$m = \iint\limits_{D}\sqrt{1+3\rho^2\cos^2\varphi+3\rho^2\sin^2\varphi}\,\rho d\varphi d\rho = \iint\limits_{D}\sqrt{1+3\rho^2}\,\rho d\varphi d\rho = \int\limits_0^{2\pi}\left(\int\limits_0^{\frac{1}{2}}\sqrt{1+3\rho^2}\,\rho d\rho\right)d\varphi.$$

Так как внутренний интеграл не зависит от φ, вынесем его за знак внешнего интеграла:

$$m = (\int_0^{\frac{1}{2}} \sqrt{1+3\rho^2}\,\rho d\rho) \cdot \int_0^{2\pi} d\varphi;$$

$$\int_0^{2\pi} d\varphi = \varphi|_0^{2\pi} = 2\pi;$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \sqrt{1+3\rho^2}\,\rho d\rho = \left| \begin{array}{l} \textit{Сделаем подстановку} \\ \sqrt{1+3\rho^2} = t, 1+3\rho^2 = t^2,\ 6\rho d\rho = 2tdt, \rho d\rho = \frac{1}{3}tdt, \\ \textit{при } \rho = 0, t = 1, \rho = \frac{1}{2}, t = \sqrt{1+\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{7}}{2} \end{array} \right| = \int_1^{\frac{\sqrt{7}}{2}} t \cdot \frac{1}{3} tdt = \frac{1}{3} \int_1^{\frac{\sqrt{7}}{2}} t^2 dt = \frac{1}{3} \cdot \frac{t^3}{3} \Big|_1^{\frac{\sqrt{7}}{2}} =$$

$$= \frac{1}{9}\left(\frac{7\sqrt{7}}{8} - 1\right) = \frac{7\sqrt{7}-8}{72}, \quad m = 2\pi \cdot \frac{7\sqrt{7}-8}{72} = \frac{\pi(7\sqrt{7}-8)}{36}.$$

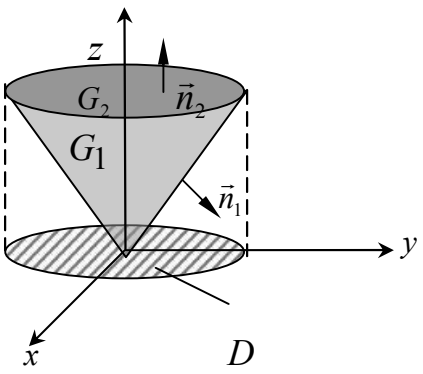
Ответ: $m = \frac{\pi(7\sqrt{7}-8)}{36}$.

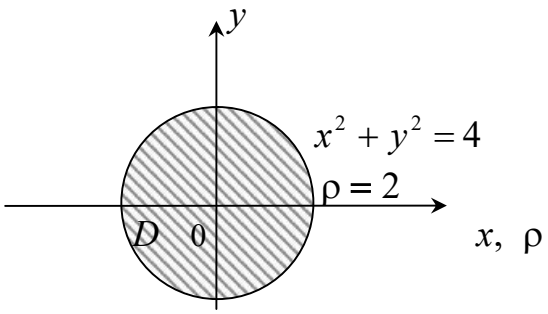
Пример 9

Найти поток векторного поля $\vec{u} = (1-2x)\vec{i} + 2y\vec{j} + 2z\vec{k}$ через замкнутую поверхность σ, состоящую из части поверхности конуса $z = \sqrt{x^2+y^2}$ и плоскости $z = 2$.

Решение

Выполним чертеж.





Найдем линию пересечения поверхностей:

$$\begin{cases} z = 2 \\ z = \sqrt{x^2+y^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} z = 2 \\ \sqrt{x^2+y^2} = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} z = 2 \\ x^2+y^2 = 4. \end{cases}$$

В плоскости $z = 2$ получили окружность $x^2 + y^2 = 4$ с центром $C(0,0,2)$ радиуса 2.

Вершина конуса $O(0,0,0)$.

Проекцией обеих поверхностей на плоскость xoy является круг D, ограниченный окружностью $x^2 + y^2 = 4$ с центром $O(0,0,0)$ радиуса $R=2$. Поверхность σ состоит из конической поверхности σ_1 и части плоскости σ_2, поэтому $\Pi_\sigma(\vec{u}) = \Pi_{\sigma_1}(\vec{u}) + \Pi_{\sigma_2}(\vec{u})$.

Формула вычисления потока

$$\Pi_\sigma(\vec{u}) = \iint\limits_\sigma (\vec{u} \cdot \vec{n}) d\sigma = \iint\limits_D \left(\frac{\vec{u} \cdot \vec{n}}{|\cos\gamma|} \right)_{z = z(x,y)} ds.$$

Для вычисления $\Pi_{\sigma_1}(\vec{u})$ потока вектора $\vec{u}$ через коническую поверхность запишем уравнение конуса $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ в виде $F(x,y,z) = \sqrt{x^2 + y^2} - z = 0.$

Найдем:

$$F'_x = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}; F'_y = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}; F'_z = -1,$$

$$gradF = F'_x \vec{i} + F'_y \vec{j} + F'_z \vec{k} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{i} + \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{j} - \vec{k},$$

$$|gradF| = \sqrt{\frac{x^2}{x^2 + y^2} + \frac{y^2}{x^2 + y^2} + 1} = \sqrt{2}.$$

Вектор $\vec{n}_1$ составляет с oz тупой угол, т. е. $\cos\gamma < 0$, коэффициент перед $\vec{k}$ должен быть отрицательным.

Возьмем

$$\vec{n}_1 = + \frac{gradF}{|gradF|} = \frac{x}{\sqrt{2(x^2 + y^2)}} \vec{i} + \frac{y}{\sqrt{2(x^2 + y^2)}} \vec{j} - \frac{1}{\sqrt{2}} \vec{k},$$

Так как $\vec{n} = \cos\alpha \cdot \vec{i} + \cos\beta \cdot \vec{j} + \cos\gamma \cdot \vec{k}$

Получим: $\cos\gamma = -\frac{1}{\sqrt{2}}, |\cos\gamma| = \frac{1}{\sqrt{2}}$

Вычислим:

$$\vec{u}\cdot\vec{n} = (1-2x)\frac{x}{\sqrt{2(x^2+y^2}} + 2y\frac{y}{\sqrt{2(x^2+y^2}} + 2z\left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{x-2x^2+2y^2-2z\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{2(x^2+y^2)}}$$

Учитывая, что на поверхности $z = \sqrt{x^2+y^2}$,

$$\vec{u}\cdot\vec{n}\big|_{z=\sqrt{x^2+y^2}} = \frac{x-2x^2+2y^2-2\sqrt{x^2+y^2}\cdot\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{2(x^2+y^2)}} = \frac{x-4x^2}{\sqrt{2(x^2+y^2)}},$$

$$\Pi_{\sigma_1}(\vec{u}) = \iint\limits_D \left(\frac{\vec{u}\cdot\vec{n}}{|\cos\gamma|}\right)_{z=\sqrt{x^2+y^2}} ds = \iint\limits_D \frac{x-4x^2}{\sqrt{x^2+y^2}}\,ds.$$

Полученный интеграл вычислим в полярных координатах. Заменим $x = \rho\cos\varphi, y = \rho\sin\varphi, ds = \rho d\varphi d\rho$

$$x^2+y^2 = 4 \Rightarrow \rho^2 = 4, \rho = 2$$

$$\Pi_{\sigma_1}(u) = \iint\limits_D \frac{\rho\cos\varphi - 4\rho^2\cos^2\varphi}{\sqrt{\rho^2}}\rho d\varphi d\rho = \iint\limits_D (\rho\cos\varphi - 4\rho^2\cos^2\varphi) d\varphi d\rho =$$

$$= \int\limits_0^{2\pi}\left(\int\limits_0^2 (\rho\cos\varphi - 4\rho^2\cos^2\varphi) d\rho\right) d\varphi = \int\limits_0^{2\pi}\left(\cos\varphi\frac{\rho^2}{2}\Big|_0^2 - 4\cos^2\varphi\frac{\rho^3}{3}\Big|_0^2\right) d\varphi = \int\limits_0^{2\pi}(2\cos\varphi - \frac{32}{3}\cos^2\varphi) d\varphi =$$

$$= 2\sin\varphi\Big|_0^{2\pi} - \frac{16}{3}\int\limits_0^{2\pi}(1+\cos 2\varphi) d\varphi = -\frac{16}{3}(\varphi + \frac{1}{2}\sin 2\varphi)\Big|_0^{2\pi} = -\frac{32\pi}{3}.$$

Вычислим $\Pi_{\sigma_2}(u)$ поток вектора u через круг σ_2 в плоскости $z = 2$. Единичный вектор внешней нормали этой плоскости равен $\vec{k} = (0,0,1)$; $\vec{n} = \vec{k}$; поэтому

$$u\cdot n = (1-2x)\cdot 0 + 2y\cdot 0 + 2z\cdot 1 = 2z, \cos\gamma = \cos 0 = 1, \frac{u\cdot n}{|\cos\gamma|}\Big|_{z=2} = 2\cdot 2 = 4.$$

$$\Pi_{\sigma_2}(\vec{u}) = \iint\limits_D 4ds = 4\iint\limits_D ds = 4\cdot S = 4(\pi R^2) = 4\pi\cdot 2^2 = 16\pi,$$

(D – круг радиуса 2).

Следовательно, $\Pi_\sigma(\vec{u}) = \Pi_{\sigma_1}(\vec{u}) + \Pi_{\sigma_2}(\vec{u}) = -\frac{32\pi}{3} + 16\pi = \frac{16\pi}{3}$.

Ответ: $\Pi_\sigma = \frac{16\pi}{3}$.

4. Вычисление и применение криволинейного интеграла

Схема решения задач

1. По условию задачи выбрать формулу и записать искомую величину в виде криволинейного интеграла первого или второго рода.

2. Выразить из уравнения кривой все переменные и их дифференциалы через одну переменную и ее дифференциал. Всё подставить в подынтегральное выражение.

3. Найти интервал изменения этой переменной на заданной дуге кривой и вычислить полученный определенный интеграл.

Пример 10

Вычислить $\int\limits_L \frac{y^3 dl}{\sqrt{2-y^2}}$, если L – дуга $\overset{\smile}{OA}$ синусоиды $y = \sin x, O(0, 0), A\left(\frac{\pi}{2}; 1\right)$.

Решение

Для вычисления криволинейного интеграла первого рода найдем *dl.* Из уравнения кривой $y = \sin x \quad y' = (\sin x)' = \cos x, dl = \sqrt{1 + (y')^2}\,dx = \sqrt{1 + \cos^2 x}\,dx$. Так как кривая L не ориентирована, возьмем : $0 \le x \le \frac{\pi}{2}$, y и dl подставим в подынтегральное выражение. Получим и вычислим определенный интеграл.

$$\int\limits_L \frac{y^3 dl}{\sqrt{2-y^2}} = \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^3 x \cdot \sqrt{1+\cos^2 x}}{\sqrt{2-\sin^2 x}} dx = \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^3 x \sqrt{1+\cos^2 x}}{\sqrt{1+\cos^2 x}}\,dx = \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^3 x dx = \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 x \cdot \sin x dx =$$

$$= \int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} (1-\cos^2 x)\sin x dx = \left| \begin{array}{l} \cos x = t, -\sin x dx = dt, \ \sin x dx = -dt \\ x = 0, t = \cos 0 = 1, \ x = \frac{\pi}{2}, t = \cos\frac{\pi}{2} = 0 \end{array} \right| = \int\limits_1^0 (1-t^2)(-dt) = \int\limits_0^1 (1-t^2)dt =$$

$$= (t - \frac{t^3}{3})\Big|_0^1 = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}.$$

Пример 11

Вычислить $\int\limits_L x\sqrt[3]{y}dx - 6x^3dy$ по дуге кривой $y = x^3$ от A (1,1) до B (-1,-1).

Решение

Для вычисления криволинейного интеграла второго рода выразим y и dy через x и dx из уравнения кривой $y = x^3, dy = 3x^2dx.$ В интегралах второго рода кривая ориентирована. При движении по кривой от A до B переменная x изменяется от 1 до –1. Всё подставим в подынтегральное выражение.

$$\int\limits_L x\cdot\sqrt[3]{y}dy - 6x^2dy = \int\limits_1^{-1}(x\cdot\sqrt[3]{x^3}dx - 6x^3\cdot 3x^2dx) = \int\limits_1^{-1}(x^2 - 18x^5)dx = (\frac{x^3}{3} - 3x^6)\Big|_1^{-1} = (-\frac{1}{3} - 3) - (\frac{1}{3} - 3) = -\frac{2}{3}.$$

Пример 12

Найти массу дуги $\overset{\cup}{OA}$ кривой $y = \frac{2x\sqrt{x}}{3}$, если линейная плотность массы в точке $M\ (x,y)$ пропорциональна длине дуги $\left|\overset{\cup}{OM}\right|$, $O(0,0)$, $A(4,\frac{16}{3})$.

Решение

Выберем формулу $m = \int\limits_L \delta(x,y)dl$, где $\delta = \delta(x,y)$ - линейная плотность массы.

По условию задачи $\delta = k\left|\overset{\cup}{OM}\right| = kl.$ Найдем длину дуги $\overset{\cup}{OM}: l = \int\limits_{\overset{\cup}{OM}} dl$. Уравнение $\overset{\cup}{OM}: y = \frac{2x\sqrt{x}}{3}$, тогда $y' = \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{2}x^{\frac{1}{2}} = \sqrt{x}, dl = \sqrt{1+(y')^2}dx = \sqrt{1+x}dx.$

$$l = \int\limits_{\overset{\cup}{OM}} \sqrt{1+x}dx = \int\limits_0^x \sqrt{1+x}dx = \int\limits_0^x (1+x)^{\frac{1}{2}}d(1+x) = \frac{(1+x)^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}}\Bigg|_0^x = \frac{2}{3}((1+x)^{\frac{3}{2}} - 1).$$

Получим $\delta = \frac{2k}{3}((1+x)^{\frac{3}{2}} - 1)$,

$m = \int\limits_{\overset{\cup}{OA}} \frac{2k}{3}((1+x)^{\frac{3}{2}} - 1)dl, \quad dl = \sqrt{1+x}dx = (1+x)^{\frac{1}{2}}dx, \quad 0 \le x \le 4,$ так как $\overset{\cup}{OM}$ и $\overset{\cup}{OA}$ - дуги одной кривой.

$$m = \int_0^4 \frac{2k}{3}((1+x)^{\frac{3}{2}} - 1)(1+x)^{\frac{1}{2}}dx = \frac{2k}{3}\int_0^4 ((1+x)^2 - (1+x)^{\frac{1}{2}})dx = \frac{2k}{3}(\frac{(1+x)^3}{3} - \frac{2}{3}(1+x)^{\frac{3}{2}})\Big|_0^4 =$$

$$= \frac{2k}{3}(\frac{5^3}{3} - \frac{2}{3}5^{\frac{3}{2}}) - \frac{2k}{3}(\frac{1}{3} - \frac{2}{3}) = \frac{2k}{9}(125 - 10\sqrt{5} + 1) = \frac{2k}{9}(126 - 10\sqrt{5}).$$

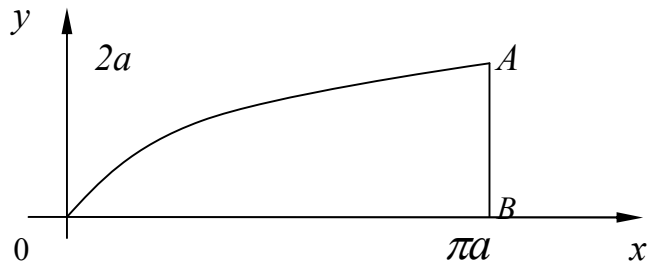
Ответ: $m = \frac{2k}{9}(126 - 10\sqrt{5}).$

Пример 13

Вычислить работу силового поля $\vec{F} = (2a - y)\vec{i} + (y - a)\vec{j}$ при движении точки вдоль первой арки циклоиды $x = a(t - \sin t), y = a(1 - \cos t)$ от $O(0,0)$ до $A(\pi a; 2a)$. Найти циркуляцию векторного поля $\vec{F}$ вдоль замкнутого контура $OBAO$, составленного из дуги $\overset{\cup}{AO}$ циклоиды и двух прямых OB и BA, если $B(\pi a; 0)$. Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{OA}$ циклоиды.

Решение

Сделаем чертеж



1) Обозначим работу поля $\vec{F} = P(x,y)\vec{i} + Q(x,y)\vec{j}$ через W и найдем её по формуле

$$W = \int_L \vec{F}\,\vec{dr} = \int_L P(x,y)dx + Q(x,y)dy;$$

$$W = \int\limits_{\overset{\cup}{OA}} (2a - y)dx + (y - a)dy.$$

Из уравнения OA:

$$x = a\,(t - \sin t),\ dx = a\,(1 - \cos t)\,dt$$

$y = a\,(1 - \cos t),\ dy = a \sin t\, dt.$

В точке $O\,(0, 0)$ $y = 0,\ 0 = a\,(1 - \cos t)$, $\cos t = 1,\ t = 0$, в точке $A\,(\pi a;\ 2a),\ \ y = 2a,$ $2a = a\,(1 - \cos t),\ 2 = 1 - \cos t,\ \cos t = -1,\ t = \pi$ (обязательно проверяем, получаются, ли значения x в этих точках при найденных значениях t).

$$W = \int_0^{\pi}((2a - a + a\cos t)a(1 - \cos t)dt + (a - a\cos t - a)a\sin tdt)) =$$

$$= \int_0^{\pi}(a^2(1 + \cos t)(1 - \cos t) - a^2\cos t\sin t)dt = a^2\int_0^{\pi}(1 - \cos^2 t - \cos t\sin t)dt = a^2\int_0^{\pi}(\sin^2 t - \frac{1}{2}\sin 2t)dt =$$

$$= \frac{a^2}{2}\int_0^{\pi}(1 - \cos 2t)dt - \frac{a^2}{2}\int_0^{\pi}\sin 2tdt = \frac{a^2}{2}(t - \frac{1}{2}\sin 2t)|_0^{\pi} + \frac{a^2}{2}\cdot\frac{1}{2}\cos 2t|_0^{\pi} = \frac{a^2\pi}{2}.$$

Найдем циркуляцию поля $\vec{F}$ вдоль замкнутого контура $OBAO$ по формуле

$$Ц_L = \oint_L \vec{F}\cdot\vec{dr} = \oint_L P(x,y)dx + Q(x,y)dy = \oint_L (2a - y)dx + (y - a)dy.$$

Контур $L = OBAO = OB + BA + A\breve{O}$

$$\oint_L = \int_{OB} + \int_{\breve{BA}} + \int_{AO}$$

$$\int_{OB} = \int_{OB}(2a - y)dx + (y - a)dy$$

Из уравнения OB: $y = 0$ получим $dy = 0,\ x$ изменяется от 0 до πa.

$$\int_{OB} = \int_0^{\pi a}(2a - 0)dx = 2ax|_0^{\pi a} = 2\pi a^2$$

$$\int_{BA} = \int_{BA}(2a - y)dx + (y - a)dy$$

Из уравнения BA: $x = \pi a, dx = 0, y$ изменяется от 0 до $2a$.

$$\int_{BA} = \int_0^{2a}(y - a)dy = \left(\frac{y^2}{2} - ay\right)\Big|_0^{2a} = 2a^2 - 2a^2 = 0.$$

$$\int_{AO} = -\int_{\breve{OA}} = -\int_{\breve{OA}}(2a - y)dx + (y - a)dy = -W = -\frac{\pi a^2}{2}$$

$$Ц_L(\vec{F}) = 2\pi a^2 + 0 - \frac{\pi a^2}{2} = \frac{3\pi a^2}{2}$$

2) Найдем поток поля $\vec{F}$ через кривую $\overset{\smile}{OA}$ по формуле

$$\prod_L(\vec{F}) = \int_L Q(x,y)dx - P(x,y)dy = \int_{\overset{\smile}{OA}} (y-a)dx - (2a-y)dy =$$

$$= \int_0^{\pi} \Big((a - a\cdot\cos\ t - a)\cdot a\cdot(1-\cos\ t)dt - (2a - a + a\cos\ t)\,a\cdot\sin\ t\,dt\Big) =$$

$$= \int_0^{\pi} (-a^2\cos\ t\cdot(1-\cos\ t) - a^2\cdot(1+\cos\ t)\cdot\sin\ t)dt =$$

$$= a^2\int_0^{\pi}(-\cos t + \cos^2 t - \sin t - \cos t\cdot\sin t)\,dt =$$

$$= a^2(-\sin\ t\Big|_0^{\pi} + \frac{1}{2}\int_0^{\pi}(1+\cos 2t)dt + \cos\ t\Big|_0^{\pi} - \frac{1}{2}\int_0^{\pi}\sin 2t\,dt) =$$

$$= a^2(0 + \frac{1}{2}\left(t + \frac{1}{2}\sin 2t\right)\Big|_0^{\pi} + (-1-1) + \frac{1}{4}\cos 2t\Big|_0^{\pi}\Big) = a^2\left(\frac{\pi}{2} - 2\right).$$

Ответ: $W = \frac{\pi a^2}{2}; Ц_L(\vec{F}) = \frac{3\pi a^2}{2}; \prod_{\overset{\smile}{OA}}(\vec{F}) = a^2\left(\frac{\pi}{2} - 2\right).$

Пример 14

Найти ротор и дивергенцию векторного поля $\vec{u} = \frac{2\vec{i} + \vec{j} - \vec{k}}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$ в произвольной точке M (x, y, z) и в точке $M_0(2;-2;1)$.

Решение

По формуле

$$rot\vec{u} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} = (\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z})\vec{i} - (\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial z})\vec{j} + (\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y})\vec{k};$$

$$P = \frac{2}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}; Q = \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}; R = \frac{-1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}.$$

Найдем частные производные

$$\frac{\partial P}{\partial x}=\left(\frac{2}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}\right)'_x=(2(x^2+y^2+z^2)^{-\frac{1}{2}})'_x=2\cdot(-\frac{1}{2})(x^2+y^2+z^2)^{-\frac{3}{2}}\cdot 2x=-\frac{2x}{\sqrt{(x^2+y^2+z^2)^3}}.$$

Обозначив $r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ запишем

$$\frac{\partial P}{\partial x}=-\frac{2x}{r^3},\quad \frac{\partial P}{\partial y}=-\frac{2y}{r^3};\quad \frac{\partial P}{\partial z}=-\frac{2z}{r^3};$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x}=-\frac{x}{r^3};\quad \frac{\partial Q}{\partial y}=-\frac{y}{r^3};\quad \frac{\partial Q}{\partial z}=-\frac{z}{r^3};$$

$$\frac{\partial R}{\partial x}=\frac{x}{r^3};\quad \frac{\partial R}{\partial y}=\frac{y}{r^3};\quad \frac{\partial R}{\partial z}=\frac{z}{r^3}.$$

Подставим найденные производные в формулу ротора

$$rot\vec{u}(M)=\left(\frac{y}{r^3}+\frac{z}{r^3}\right)\vec{i}-\left(\frac{x}{r^3}+\frac{2z}{r^3}\right)\vec{j}+\left(-\frac{x}{r^3}+\frac{2y}{r^3}\right)\vec{k}=\frac{(z+y)\vec{i}-(x+2z)\vec{j}+(2y-x)\vec{k}}{r^3}=$$

$$=\frac{(z+y)\vec{i}-(x+2z)\vec{j}+(2y-x)\vec{k}}{\sqrt{(x^2+y^2+z^2)^3}}.$$

В точке M_0 (2;-2;1)

$$rot\vec{u}(M_0)=\frac{(1-2)\vec{i}-(2+2)\vec{j}+(-4-2)\vec{k}}{\sqrt{(4+4+1)^3}}=\frac{-1\vec{i}-4\vec{j}-6\vec{k}}{27}.$$

По формуле

$$div\vec{u}(M)=\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\partial Q}{\partial y}+\frac{\partial R}{\partial z}$$

$$div\vec{u}(M)=-\frac{2x}{r^3}-\frac{y}{r^3}+\frac{z}{r^3}=-\frac{2x+y-z}{\sqrt{(x^2+y^2+z^2)^3}}$$

$$div\vec{u}(M_0)=-\frac{4-2-1}{27}=-\frac{1}{27}.$$

Ответ:

$$rot\vec{u}(M) = \frac{(z+y)\vec{i} - (x+2z)\vec{j} + (2y-x)\vec{k}}{\sqrt{(x^2+y^2+z^2)^3}},$$

$$rot\vec{u}(M_0) = -\frac{1}{27}(\vec{i} + 4\vec{j} + 6\vec{k}),$$

$$div\vec{u}(M) = -\frac{2x+y-z}{\sqrt{(x^2+y^2+z^2)^3}},$$

$$div\vec{u}(M_0) = -\frac{1}{27}.$$

V. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Вариант 1

1. Найти момент инерции относительно начала координат однородной фигуры, ограниченной линиями $xy = 2$, $y = 2x$, $2y = x$ и расположенной в первой четверти $(x \geq 0, y \geq 0)$, если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_0 = 3$.

2. Найти площадь фигуры $2x \leq x^2 + y^2 \leq 4x, 0 \leq y \leq x\sqrt{3}$.

Ответ: $S = \pi + \frac{3\sqrt{3}}{4}$.

3. Найти электрический заряд кривой $y = \frac{x^2}{2}$, $1 \leq x \leq 2$, если плотность заряда $\lambda = \frac{y}{x}$.

Ответ: $q = \frac{1}{6}(5\sqrt{5} - 2\sqrt{2})$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = y(x-y)\vec{i} + x\vec{j}$ при перемещении точки по эллипсу $x=2\cos t$, $y = \sin t$ из A (2, 0) в B (0,1). Найти циркуляцию $\vec{F}$ по замкнутому контуру $ABDA$, где D(-1,1), BD и DA - прямые. Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\smile}{AB}$ эллипса.

Ответ: $W = \frac{\pi}{2}$; Ц $= \frac{\pi}{2}$; П $= \frac{7}{3}$.

5. Найти координаты центра массы однородного тела, ограниченного поверхностями $x = 0$, $y = 0$, $z = 1$, $z = 3$, $2x + y = 3$.

Ответ: $C(\frac{1}{2}; 1,2)$.

6. Найти массу части сферы $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$, расположенной в первом октанте $(x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0)$, если поверхностная плотность массы $\delta = \sqrt{x^2 + y^2}$.

Ответ: $m = \frac{1}{8}\pi^2 a^3$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = -(3y^2 + 2x^2)\vec{i} + 2x^2\vec{j} - (2x^2 + y^2)\vec{k}$ в точке $M(x,y,z)$ и в точке $M_0(1,1,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -4, rot\vec{a}(M_0) = -2\vec{i} + 4\vec{j} + 10\vec{k}$.

Вариант 2

1. Найти ординату центра массы фигуры, ограниченной линиями $y = e^x, y = e^{-x}, x = 1,$ если поверхностная плотность массы $\delta = e^x$.

Ответ: $y = \dfrac{e^3 - 3e^{-1} - 4}{3e^2 - 9}$.

2. Найти площадь фигуры, ограниченной кардиоидой $\rho = a(1 - \sin\varphi)$ и окружностью $\rho = a$ и расположенной вне кардиоиды.

Ответ: $s = \dfrac{a^2(8-\pi)}{4}$.

3. Найти массу дуги параболы $y^2 = 2px, 0 \le x \le \dfrac{p}{2}$, если линейная плотность массы $\delta = |y|$.

Ответ: $m = \dfrac{2p^2}{3}(2\sqrt{2} - 1)$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = -y\vec{i} + x\vec{j}$ при перемещении точки по окружности $x = 2\cos t$, $y = 2\sin t$ из A (2,0) в B (-2,0). Найти циркуляцию $\vec{F}$ по замкнутому контуру $ABDA$, состоящему из дуги $\overset{\cup}{AB}$ и прямых BD и DA, где D (-2;-2). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W = 4\pi, \quad \Pi = 0, \quad Ц = 4\pi + 8.$

5. Найти момент инерции относительно оси Oz однородного тела, ограниченного поверхностями $x + y + z = a\sqrt{2}, \; x^2 + y^2 = a^2, z = 0,$ если плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $J_z = \dfrac{\pi a^5}{\sqrt{2}}$.

6. Найти электрический заряд части поверхности $z = \dfrac{1}{2}(x^2 + y^2),$ отсеченной плоскостью $z = 1$, если поверхностная плотность заряда $\lambda = z$.

Ответ: $q = \dfrac{2\pi(1 + 6\sqrt{3})}{15}$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля в точке M (x, y, z) и в точке $M_0(1,2,3)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = 0, rot\vec{a}(M_0) = -2\vec{i} + 4\vec{j} - 2\vec{k}.$

Вариант 3

1. Найти момент инерции относительно оси ox однородной фигуры, ограниченной линиями $\frac{y}{h}-\frac{3x}{a}=1,\ \frac{y}{h}+\frac{3x}{2a}=1, y=0,$ если поверхностная плотность массы $\delta=1.$

Ответ: $J_x=\frac{ah^3}{12}.$

2. Найти площадь фигуры, ограниченной кардиоидой $\rho=4(1+\sin\varphi)$ и прямой $\rho\sin\varphi=3$ и расположенной выше прямой.

Ответ: $S=8\pi+9\sqrt{3}.$

3. Найти электрический заряд кривой $y=\ln\cos x, 0\le x\le\frac{\pi}{6},$ если линейная плотность заряда равна $\lambda=\sin x\cdot\cos^2 x.$

Ответ: $q=\frac{1}{8}.$

4. Найти работу поля $\vec{F}=(x^2-y^2)\vec{i}+(x^2+y^2)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге эллипса $x=2\cos t, y=\sin t$ от $A(2;0)$ до $B(0;1)$. Найти циркуляцию $\vec{F}$ по замкнутому контуру $ABDA,$ составленному из дуги $\overset{\cup}{AB}$ и прямых BD и DA, если D (0;-1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W=\frac{5}{3};\quad \Pi=\frac{19}{3};\quad \text{Ц}=\frac{14}{3}.$

5. Найти массу тела, ограниченного поверхностями $z=\sqrt{x}, z=2\sqrt{x}, x+y=6, y=0,$ если плотность массы $\delta=2z.$

Ответ: $m=108.$

6. Найти координаты центра массы части однородной поверхности $z=\sqrt{x^2+y^2}$, вырезанной поверхностью $x^2+y^2=ax.$

Ответ: $C\left(\frac{a}{2};0;\frac{16a}{9\pi}\right).$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a}=\sqrt{x^2+y^2+z^2}(3\vec{i}+2\vec{j}-4\vec{k})$ в точке *M (x, y, z)* и в точке $M_0(1,-2,-2).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0)=\frac{7}{3};\ rot\vec{a}(M_0)=\frac{1}{3}(12\vec{i}-2\vec{j}+8\vec{k}).$

Вариант 4

1. Найти координаты центра массы однородной фигуры, ограниченной кривыми $y = x^2, y = 2x^2, x = 1, x = 2.$

Ответ: $c\left(\frac{45}{28};\frac{279}{70}\right).$

2. Найти момент инерции относительно начала координат фигуры $x^2 + y^2 \le 2Rx,$ если поверхностная плотность массы $\delta = \sqrt{x^2 + y^2}\,.$

Ответ: $J_0 = \frac{512R^5}{75}.$

3. Найти массу участка кривой $\begin{cases} x = \cos t \\ y = \sin t, 0 \le t \le \pi \end{cases}$, если линейная плотность массы $\delta = y$.

Ответ: $m = 2.$

4. Найти работу поля $\vec{F} = y(x-y)\vec{i} + x\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y = 2x^2$ от O (0,0) до B (1,2). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, составленному из дуги $\overset{\cup}{OB}$ параболы и прямых BD и DO, если D (-1,2). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{OB}$.

Ответ: $W = \frac{31}{30};\quad Ц = \frac{241}{30};\quad П = \frac{47}{30}.$

5. Найти объем тела, ограниченного поверхностями: $z = \sqrt{x}, z = 2\sqrt{x}, x + y = 6, y = 0.$

Ответ: $V = \frac{48\sqrt{6}}{5}.$

6. Найти электрический заряд части конической поверхности $z = \sqrt{y^2 + x^2},$ отсеченной цилиндром $x^2 + y^2 = 2ax,$ если поверхностная плотность заряда $\lambda = -(x^2 + y^2 + z).$

Ответ: $q = -3\sqrt{2}\pi a^4.$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = x^2yz\vec{i} + xy^2z\vec{j} + xyz^2\vec{k}$ в точках $M(x, y, z)$ и $M_0(1,2,3).$

Ответ: $diva(M_0) = 36, rot\vec{a}(M_0) = 5\vec{i} - 16\vec{j} + 9\vec{k}.$

Вариант 5

1. Найти абсциссу центра массы фигуры, ограниченной линиями $y = \ln x, y = 0, y = 1, x = 0,$ если поверхностная плотность массы $\delta = e^y$.

Ответ: $\bar{x} = \frac{e}{3} + \frac{1}{3(e+1)}$.

2. Найти электрический заряд фигуры $x^2 + y^2 \le 2Rx, y \ge 0,$ если поверхностная плотность заряда $\lambda = \sqrt{x^2 + y^2}$.

Ответ: $q = \frac{16}{9} R^3$.

3. Найти момент инерции первого витка однородной винтовой линии $x = a\cos t,\ y = a\sin t,\ z = \frac{h}{2\pi} t$ относительно оси *oz*. Линейная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_z = a^2 \cdot \sqrt{4\pi^2 a^2 + h^2}$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = x(y-1)\vec{i} + x^2\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y = x^2$ от *B* (-2;4) до *C* (2,4). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, составленному из дуги $\overset{\cup}{BC}$ параболы и прямой *CB*. Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{BC}$ параболы.

Ответ: *W* = 0, Ц = 0, П = -9,6.

5. Найти момент инерции относительно оси *Oy* однородного тела, ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 = R^2, \quad z = 0, \quad z = H,$ если масса тела равна *m*.

Ответ: $J_y = \frac{m}{12}\left(3R^2 + 4H^2\right)$.

6. Найти массу части поверхности $z = \sqrt{4 - x^2}$, отсеченной плоскостями *y* = 0, *y* = 5, *x*=0, *z*=0 *и расположенной в первой октанте,* если поверхностная плотность массы $\delta = z(x + y)$.

Ответ: *m* = 70.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a}$, если $\vec{a} = \vec{b} \times \vec{c}$, где $\vec{a} = -(2x^2 + 3y^2)\vec{i} + 2x^2\vec{j} - (2x^2 + y^2)\vec{k},\ \vec{b} = x^2\vec{i} + y^2\vec{j} - x^2\vec{k},\ \ \vec{c} = \vec{i} - 2\vec{j} - 3\vec{k}$ в точке *M (x ,y ,z)* и в точке M_0 (1,-1,1).

Ответ: $div\vec{a} = -4x, \quad rot\vec{a} = -2y\vec{i} + 4x\vec{j} + (4x + 6y)\vec{k}$.

Вариант 6

1. Найти электрический заряд фигуры, ограниченной линиями $y = \frac{x}{2}, y = \sqrt{\frac{x}{2}}$, если поверхностная плотность заряда $\lambda = -(xy^2 + 1)$.

Ответ: $q = -\frac{47}{105}$.

2. Найти массу фигуры $1 \le x^2 + y^2 \le 9, \quad 0 \le x \le y$, если поверхностная плотность массы $\delta = \frac{x}{y}$.

Ответ: $m = 2\ln 2$.

3. Найти момент инерции линии $y = e^x, \quad 0 \le x \le \frac{1}{2}$ относительно оси ox, если линейная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_x = \frac{1}{3}\left((1+e)^{\frac{3}{2}} - 2\sqrt{2}\right)$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (x + 2y)\vec{i} + (x - y)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге эллипса $x = 4\cos t$, $y = 3\sin t$ от B (0,3) до C (-4,0). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, составленному из дуги эллипса $\overset{\cup}{BC}$ и прямых CD и DB, если D (0;-2). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{BC}$ эллипса.

Ответ: $W = \frac{25 - 6\pi}{2}$, Ц $= -4 - 3\pi$, П $= -17$.

5. Найти координаты центра массы однородного тела, ограниченного поверхностями $x = 3 - y^2 - z^2, x = 0$.

Ответ: C (1,0,0).

6. Найти площадь части плоскости $z = 4 - x$, вырезанной поверхностями $z = 0$, $x = y^2$.

Ответ: $S = \frac{32\sqrt{2}}{3}$.

6. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = -\left(3\frac{y}{x} + 2\frac{x}{y}\right)\vec{i} + 2\frac{x}{y}\vec{j} - \left(2\frac{x}{y} + \frac{y}{x}\right)\vec{k}$ в точке M (x, y, z) и в точке $M_0(1,1,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -1, rot\vec{a}(M_0) = \vec{i} + \vec{j} + 3\vec{k}$.

Вариант 7

1. Найти абсциссу центра массы однородной фигуры

Ответ: $\bar{x} = \dfrac{(4-\pi)(\sqrt{2}+1)}{4}$.

2. Вычислить площадь фигуры, ограниченной кардиоидой $\rho = 4(1+\cos\varphi)$ и прямой $\rho\cos\varphi = 3$ и расположенной справа от прямой.

Ответ: $S = 8\pi + 9\sqrt{3}$.

3. Найти координаты центра массы однородной кривой $\begin{cases} x = a\cos^3 t \\ y = a\sin^3 t \end{cases}, 0 \le t \le \dfrac{\pi}{2}$.

Ответ: $C\left(\dfrac{2a}{5};\dfrac{2a}{5}\right)$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (xy - y^2)\vec{i} + x\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y = 2\sqrt{x}$ от *O* (0,0) до *B* (1,2). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру *OCBO,* состоящему из дуги *BO* параболы и прямых *OC* и *CB*, если *C* (1; -1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\smile}{OB}$ параболы.

Ответ: $W = -\dfrac{8}{15}, \text{Ц} = \dfrac{71}{30}, \text{П} = \dfrac{13}{6}$.

5. Вычислить электрический заряд тела, ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 = 1, x^2 + y^2 = 3z, x = 0, y = 0, z = 0$ и расположенного в первом октанте $(x \ge 0, y \ge 0, z \ge 0),$ если плотность заряда $\lambda = -x.$

Ответ: $q = -\dfrac{1}{15}$.

6. Найти массу части плоскости $x + y + z = 4,$ вырезанной цилиндром $x^2 + y^2 = 4,$ если поверхностная плотность массы $\delta = (x^2 + y^2)^2 + z^2$.

Ответ: $m = \dfrac{280}{3}\pi\sqrt{3}$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}(2\vec{i} - 4\vec{j} + \vec{k})$ в точке $M(x, y, z)$ *и* $M_0(-2,2,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -\dfrac{11}{3}; rot\vec{a}(M_0) = \dfrac{1}{3}(6\vec{i} + 4\vec{j} + 4\vec{k})$.

Вариант 8

1. Найти ординату центра массы однородной фигуры $0 \le x \le \frac{\pi}{4}, 0 \le y \le \sin x$.

Ответ: $\bar{y} = \frac{(\pi - 2)(2 + \sqrt{2})}{16}$.

2. Найти момент инерции однородной фигуры $x^2 + y^2 \le 2y, y \ge 1$ относительно оси O*x*, если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_x = \frac{15\pi + 20}{24}$.

3. Найти длину дуги астроиды $\begin{cases} x = a\cos^3 t \\ y = a\sin^3 t \end{cases}$.

Ответ: $l = 6a$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (x + 3y)\vec{i} + (y + 2x)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y = \frac{x + x^2}{2}$ от *B* (-1,0) до *O* (0,0). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру *OCBO*, состоящему из дуги *BO* параболы и прямых *OC* и *CB*, где *C* (-1,2). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{BO}$.

Ответ: $W = -\frac{7}{12}$; Ц $= -\frac{13}{12}$; П $= -\frac{7}{6}$.

5. Вычислить электрический заряд тела, ограниченного плоскостями $x + y + z = 2$, $x = 0$, $z = 0$, $x - y = 0$, если плотность заряда $\lambda = -x$.

Ответ: $q = \frac{1}{6}$.

6. Найти массу полусферы $z = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}$, если поверхностная плотность массы $\delta = z \cdot \sqrt{x^2 + y^2}$.

Ответ: $m = \frac{2}{3}\pi R^4$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = arctg\frac{z}{x + y}(2\vec{i} + \vec{j} + \vec{k})$ в точке *M(x,y,z)* и в точке $M_0(1,1,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -\frac{1}{5}$; $rot\vec{a}(M_0) = \frac{1}{5}(-3\vec{i} + 5\vec{j} + \vec{k})$.

Вариант 9

1. Найти координаты центра массы однородной фигуры, ограниченной линиями $\sqrt{2y} = x, y = 2, x = 0.$

Ответ: $C\left(\frac{3}{4}, \frac{6}{5}\right).$

2. Найти электрический заряд кольца $\frac{\pi^2}{4} \le x^2 + y^2 \le 4\pi^2,$ если поверхностная плотность заряда $\lambda = \cos\sqrt{x^2 + y^2}$.

Ответ: $q = 2\pi - \pi^2.$

3. Найти электрический заряд участка кривой $\begin{cases} x = t^3 \\ y = t \\ z = t^2, \end{cases} \quad 0 \le t \le 1,$ если линейная плотность заряда $\lambda = \sqrt{1 + 4z + 9xy}$.

Ответ: $q = -\frac{62}{15}.$

4. Найти работу поля $\vec{F} = (2x + y)\vec{i} + (2x - y)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y = 2x - x^2$ от O (0,0) до B (2,0). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\smile}{BO}$ и прямых OC и CB, если C (2;-1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\smile}{OB}$.

Ответ: $W = \frac{8}{3}; Ц = \frac{7}{3}; \quad П = \frac{16}{3}.$

5. Найти массу тела, ограниченного поверхностями $y = \sqrt{x^2 + z^2}, y = b,$ если плотность массы $\delta = y.$

Ответ: $m = \frac{\pi b^4}{4}.$

6. Найти момент инерции относительно оси Oz части однородной поверхности сферы $x^2 + y^2 + z^2 = R^2, z \ge h,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $J_z = \frac{2\pi R}{3}(R - h)(2R^2 - Rh - h^2).$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = (2y^2 - 3x^2)\vec{i} - x^2\vec{j} + (y^2 - 3x^2)\vec{k}$ в точке $M(x, y, z)$ и в точке $M_o(1,3,-2).$

Ответ: $div\vec{a}(M_o) = -6, rot\vec{a}(M_o) = +6\vec{i} + 6\vec{j} - 14\vec{k}.$

Вариант 10

1. Найти координаты центра массы однородной фигуры, ограниченной линиями $y = \sqrt{2x},\ x = 2,\ y = 0.$

Ответ: $C\left(\frac{6}{5}, \frac{3}{4}\right).$

2. Найти момент инерции однородного круга $x^2 + y^2 \le 2Ry$ относительно оси Оx, если поверхностная плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $J = \frac{5}{4}\pi R^4.$

3. Найти массу кривой $\sqrt{x} + \sqrt{y} = a, 0 \le x \le a,$ если линейная плотность массы $\lambda = \sqrt{\frac{x^3}{x+y}}.$

Ответ: $m = \frac{a^2}{2}.$

4. Найти работу поля $\vec{F} = (x + 2y)\vec{i} + (x - y)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге эллипса $x = \cos t, y = 2\sin t$ от B (0;-2) до A (1;0). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру $BACB$, состоящему из дуги $\overset{\cup}{BA}$ и прямых AC и CB, если C (0;1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{BA}.$

Ответ: $W = \frac{5-\pi}{2};\ \text{Ц} = -\frac{1+\pi}{2}; \prod = \frac{9}{2}.$

5. Найти координаты центра массы однородного тела, ограниченного плоскостями $z = 0, z = ky$ и цилиндрической поверхностью $y = \sqrt{a^2 - x^2}.$

Ответ: $C\left(0; \frac{3}{16}\pi a;\ \frac{3}{32}\pi ak\right).$

6. Найти электрический заряд части поверхности $2z = 9 - x^2 - y^2,$ отсекаемой плоскостью $z = 0,$ если поверхностная плотность заряда $\lambda = x^2 + y^2 + z - 2.$

Ответ: $q = \frac{\pi}{15}(500\sqrt{10} - 23).$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = \frac{2\vec{i} + \vec{j} - \vec{k}}{x^2 + y^2 + z^2}$ в произвольной точке $M(x, y, z)$ и в точке $M_0(1,1,1).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -\frac{4}{9}; rot\vec{a}(M_0) = \frac{1}{9}(4\vec{i} - 6\vec{j} + 2\vec{k});$

Вариант 11

1. Вычислить массу плоской фигуры, ограниченной линиями $y = \frac{2}{3}\sqrt{9 - x^2}$, $y = 2x$, $x = 0$, если поверхностная плотность массы $\delta = y$.

Ответ: $m = \frac{4}{\sqrt{10}}$.

2. Найти момент инерции относительно оси Oy однородной фигуры $x^2 + y^2 \le 2x, x \ge 1,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_y = \frac{15\pi + 32}{24}$.

3. Найти массу кривой $y = \sqrt{x - x^2}$, если линейная плотность массы $\delta = \sqrt{x^2 + y^2}$.

Ответ: $m = 1$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (x^2 + y^2)\vec{i} + (y^2 - x^2)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге эллипса $x = 2\cos t$, $y = \sin t$ из A (0;-1) в B (2,0). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру $ABCA$, состоящему из дуги AB эллипса и прямых BC и CA, если C (-2,0). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W = \frac{5}{3}$; $\text{Ц} = -\frac{10}{3}$; $\text{П} = -\frac{13}{3}$.

5. Найти электрический заряд тела, ограниченного поверхностями $z = x^2 + y^2, y = x^2, z = 0, y = 1,$ если плотность заряда $\lambda = 3x + 4y$.

Ответ: $q = \frac{160}{63}$.

6. Найти координаты центра массы части однородной конической поверхности $x^2 + y^2 - z^2 = 0,$ находящейся между плоскостями $z = 0$, $z = h$.

Ответ: $C\left(0,0,\frac{2h}{3}\right)$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}\,(3\vec{i} - 3\vec{j} + \vec{k})$ в точке $M\,(x, y, z)$ и в точке M_0 (2; -2,1).

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = \frac{13}{3}$; $rot\vec{a}(M_0) = \frac{1}{3}(\vec{i} + \vec{j})$.

Вариант 12

1. Вычислить координаты центра массы однородной фигуры, ограниченной эллипсом $y = \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - x^2}$ и осью абсцисс.

Ответ: $C\left(0; \frac{4b}{3\pi}\right)$.

2. Найти момент инерции относительно начала координат однородного круга $x^2 + y^2 \le 4y$, если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_0 = 24\pi$.

3. Найти электрический заряд линии $\begin{cases} x = t\cos t \\ y = t\sin t, 0 \le t \le 2\pi, \\ z = t \end{cases}$ если плотность заряда $\lambda = -z$.

Ответ: $q = \frac{\sqrt{8}}{3} - \frac{1}{3}\sqrt{(2 + 4\pi^2)^3}$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (2x + y)\vec{i} + (2x - 3y)\vec{j}$ при перемещении точки от A (1,0) до B (-1,0) по параболе $y = 1 - x^2$. Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{AB}$ параболы и прямых BC и CA, если C (-1;-1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{BA}$.

Ответ: $W = \frac{4}{3}$; Ц $= \frac{7}{3}$; П $= -\frac{4}{3}$.

5. Найти статический момент относительно плоскости xOz однородного тела, ограниченного поверхностями $x = \sqrt{y}$, $x = 2\sqrt{y}$, $z = 0$, $y + z = 6$, если плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $M_{xz} = \frac{864\sqrt{6}}{35}$.

6. Найти массу части поверхности $z = \frac{x^2 + y^2}{2}$, отсеченной плоскостью $z = 1$, если поверхностная плотность массы $\delta = z$.

Ответ: $m = \frac{4\pi(6\sqrt{3} + 1)}{15}$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = (x^2 + 2y^2)\vec{i} - 2y^2\vec{j} + \frac{2y^2 - x^2}{z}\vec{k}$ в произвольной точке $M(x, y, z)$ и в точке $M_0(1,1,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -3, rot\vec{a}(M_0) = 4\vec{i} + 2\vec{j} - 4\vec{k}$.

Вариант 13

1. Найти электрический заряд треугольной пластины с вершинами A (-2;-2), B (-1;2), C $(-1;-\frac{3}{2})$, если поверхностная плотность заряда $\lambda = 2x + y$.

Ответ: $q = -\frac{133}{24}$.

2. Найти момент инерции однородной фигуры, ограниченной кардиоидой относительно оси ox, если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_x = \frac{21\pi a^4}{32}$.

3. Найти координаты центра массы кривой $\begin{cases} x = e^t \cos t \\ y = e^t \sin t \end{cases}, 0 \le t \le \frac{\pi}{2}$, если линейная плотность массы $\delta = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2}}$.

Ответ: $C\left(\frac{e^{\frac{\pi}{2}} - 1}{\pi}; \frac{e^{\frac{\pi}{2}} + 1}{\pi}\right)$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (x^2 - 2xy)\vec{i} + (y^2 - 2xy)\vec{j}$ при перемещении точки по гиперболе $y = \frac{2}{x}$ от A (1,2) до B (2,1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру $ABCA$, состоящему из дуги гиперболы $\overset{\cup}{AB}$ и прямых BC и CA, если C (2,3). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W = 0$; Ц $= -\frac{2}{3}$; П $= -4$.

5. Найти статический момент относительно плоскости yoz однородного тела, ограниченного поверхностями $y = \sqrt{x}, y = 2\sqrt{x}, z = 0, x + z = 6,$ если плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $M_{yz} = \frac{864\sqrt{6}}{35}$.

6. Найти массу части конической поверхности $z = \sqrt{2xy},$ отсекаемой плоскостью $x + y = 1,$ если поверхностная плотность массы $\delta = \sqrt{2xy}.$

Ответ: $m = \frac{1}{3}$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = (y^2 - 3x^2)\vec{i} + x^2\vec{j} + (2y^2 - 3x^2)\vec{k}$ в точках $M(x, y, z)$ и $M_0(1,-1,1)$.

Ответ: $diva(M_0) = -6, rot\vec{a} = -4\vec{i} + 6\vec{j} + 4\vec{k}$.

Вариант 14

1. Найти момент инерции относительно оси *oy* однородного треугольника с вершинами *A* (,1); *B* (1,2); *C* (3,3), если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_y = 3.$

2. Найти статический момент относительно оси *Ox* однородной фигуры $1 \le x^2 + y^2 \le 2y,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $M_x = \dfrac{8\pi + 3\sqrt{3}}{12}.$

3. Найти длину дуги кривой $\begin{cases} x = e^t \cos t \\ y = e^t \sin t \\ z = e^t \end{cases}$ при $-\infty < t \le 0.$

Ответ: $l = \sqrt{3}.$

4. Найти работу поля $\vec{F} = (x^2 - 2xy)\vec{i} + (y^2 - 2xy)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге гиперболы $y = \dfrac{2}{x}$ от *A* (-2,-1) до *B* (-1,-2). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру *ABCA*, состоящему из дуги гиперболы $\overset{\cup}{AB}$ и прямых *BC* и *CA*, если *C* (1;-1). Найти поток вектора через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W = 0;$ Ц = 2; $\Pi = -4.$

5. Вычислить массу тела, ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 = 2z,$ z = 2, если плотность массы $\delta = x^2 + y^2.$

Ответ: $m = \dfrac{16\pi}{3}.$

6. Найти электрический заряд части поверхности конуса $x = \sqrt{y^2 + z^2},$ вырезанной цилиндром $y^2 + z^2 = 2ay,$ если поверхностная плотность заряда $\lambda = x^2 + y^2 + z^2.$

Ответ: $q = \dfrac{3\pi a^4}{\sqrt{2}}.$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = arctg\,\dfrac{z}{x+y}(\vec{i} - \vec{j} + \vec{k})$ в точках

M (x, y, z) и M_0 (1,1,1).

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = \dfrac{2}{5},\ rot\vec{a}(M_0) = \dfrac{1}{5}(i + 3j + 2k).$

Вариант 15

1. Найти координаты центра массы однородной фигуры, ограниченной линиями $y^2 = 3x, y = x,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $C\left(\frac{6}{5}, \frac{3}{2}\right).$

2. Найти момент инерции относительно начала координат однородной фигуры, ограниченной кривой $\rho = 2a\cos\varphi,$ если плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $J_0 = \frac{3}{2}\pi a^4.$

3. Найти массу участка кривой $y = -\ln\cos x, 0 \le x \le \frac{\pi}{4},$ если линейная плотность массы $\delta = \sin^2 x \cdot \cos^2 x.$

Ответ: $m = \frac{\sqrt{2}}{12}.$

4. Найти работу поля $\vec{F} = \frac{1}{x}\vec{i} + \frac{1}{y}\vec{j}$ при перемещении точки по дуге окружности $x = 2\cos t, y = 2\sin t$ от $A(\sqrt{3}, 1)$ до $B(1, \sqrt{3})$. Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру $ACBA$, состоящему из дуги $\overset{\smile}{BA}$ окружности и прямых AC и CB, где $C(\sqrt{3}; \sqrt{3})$. Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\smile}{AB}$ окружности.

Ответ: $W = 0,$ Ц $= 0,$ $\Pi = \frac{\pi}{3}.$

5. Найти заряд тела, ограниченного плоскостями $x = 0, y = 0, z = 0, y = h, x + z = a,$ если плотность заряда $\lambda = -x.$

Ответ: $q = -\frac{a^3 h}{6}.$

6. Вычислить массу участка поверхности $z = \sqrt{x^2 + y^2},$ отсеченного плоскостью $z = 1,$ если поверхностная плотность массы $\delta = x^2 + y^2 + 3z^2.$

Ответ: $m = 2\pi\sqrt{2}.$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = (\vec{i} + 2\vec{j} + k)\ln(x + 2y + 3z)$ в произвольной точке $M(x, y, z)$ и в точке $M_1(1,1,1).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = \frac{4}{3}; rot\vec{a}(M_0) = \frac{-2i + j}{3};$

Вариант 16

1. Найти координаты центра массы фигуры, ограниченной линиями $x^2 = 3y$, $x = y$, если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $C\left(\frac{3}{2};\frac{6}{5}\right)$.

2. Найти массу круга радиуса *R*, плотность массы которого в каждой точке равна расстоянию от этой точки до окружности.

Ответ: $m = \frac{\pi R^3}{3}$.

3. Найти статический момент кривой $\begin{cases} x = 4\cos t \\ y = \sin t \end{cases}, 0 \le t \le \frac{\pi}{2}$ относительно оси *ox*, если линейная плотность массы $\delta = x$.

Ответ: $M_x = 5{,}6$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = \frac{x}{y}\vec{i} - \frac{y}{x}\vec{j}$ при перемещении точки по дуге гиперболы $y = -\frac{2}{x}$ от *A* (1;-2) до *B* (2;-1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру *ACBA*, состоящему из дуги гиперболы $\overset{\cup}{BA}$ и прямых *AC* и *CB*, где $C(-2;-2)$. Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$ гиперболы.

Ответ: $W = 0$, Ц = 0, П = 2.

5. Найти электрический заряд тела, ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 = 2x$, $z = 0$, $z = 3$, если плотность заряда $\lambda = -z\sqrt{x^2 + y^2}$.

Ответ: $q = -8$.

6. Найти момент инерции относительно оси *oz* однородной полусферы $z = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}$, если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_z = \frac{4}{3}\pi R^4$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = (y^2 + 3x^2)\vec{i} - 3x^2\vec{j} + (3x^2 - 2y^2)\vec{k}$ в точке *M* (*x, y, z*) и в точке $M_0(2,1,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = 12, rot\vec{a}(M_0) = -4\vec{i} - 12\vec{j} - 14\vec{k}$.

Вариант 17

1. Найти момент инерции относительно оси *Ox* плоской однородной фигуры, ограниченной кривыми $y=\sqrt{2x},\ x+y=3,\ y=0$, если поверхностная плотность массы $\delta=1$.

Ответ: $J_x=1{,}4$.

2. Найти массу фигуры $x^2+y^2\le 4x,$ если поверхностная плотность массы $\delta=x^2$.

Ответ: $m=20\pi$.

3. Найти координаты центра массы однородной полуокружности $y=\sqrt{a^2-x^2}$.

Ответ: $C\left(0;\frac{2a}{\pi}\right)$.

4. Найти работу поля $\vec{F}=\frac{x\vec{i}-y\vec{j}}{x^2+y^2}$ при перемещении точки по дуге окружности $x=3\cos t, y=3\sin t$ от $A(3,0)$ до $B(0,3)$. Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру *ACBA,* состоящему из дуги $\overset{\cup}{BA}$ окружности и прямых *AC* и *CB*, если *C*(3,3). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$ окружности.

Ответ: $W=-1,\quad \text{Ц}=1-\ln 2,\quad \Pi=0$.

5. Найти статический момент относительно плоскости *yoz* тела, ограниченного поверхностями $z=\frac{1}{2}x^2, x=0, y=0, z=0{,}3x+2y=12,$ если плотность массы $\delta=1$.

Ответ: $M_{yz}=\frac{192}{5}$.

6. Найти электрический заряд части поверхности $z=1-(x^2+y^2),$ отсеченной плоскостью $z=0,$ если плотность заряда $\lambda=\sqrt{1+4x^2+4y^2}$.

Ответ: $q=3\pi$.

7. Найти дивергенцию и ротор поля $\vec{a}=\sqrt{x^2+y^2+z^2}\,(2\vec{i}+\vec{y}+3\vec{k})$ в точке $M(x,y,z)$ и в точке $M_0(-1;2;2)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0)=2;\quad rot\vec{a}(M_0)=\frac{1}{3}(4\vec{i}+7\vec{j}-5\vec{k})$.

Вариант 18

1. Вычислить массу четверти кольца $4 \le x^2 + y^2 \le 9, \quad x \le 0, \quad y \ge 0,$ если поверхностная плотность массы $\delta = \dfrac{y - 2x}{x^2 + y^2}$.

Ответ: $m = 3.$

2. Найти координаты центра массы однородной фигуры, $1 \le x^2 + y^2 \le 2y,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $C\left(0; \dfrac{8\pi + 3\sqrt{3}}{4\pi + 6\sqrt{3}}\right).$

3. Найти статический момент относительно оси Oy дуги кривой $\begin{cases} x = 4\cos t \\ y = \sin t, \end{cases}$ $0 \le t \le \dfrac{\pi}{2},$ если линейная плотность массы $\delta = y.$

Ответ: $M_y = 5{,}6.$

4. Найти работу поля $\vec{F} = \cos\sqrt{y}\,\vec{i} + (x - y)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге $\overset{\cup}{BO}$ параболы $y = x^2.$ Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{BOC}$ параболы $y = x^2$ и прямой CB, B (-1, 1), O (0, 0), C (1, 1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{OC}$ параболы.

Ответ: $W = \dfrac{7}{6} + \sin 1, \quad \text{Ц} = \dfrac{4}{3} + 2\sin 1 - 2\cos 1, \quad \Pi = -2(\sin 1 + \cos 1) + \dfrac{1}{6},$

5. Найти момент инерции линии $y = \ln x, 1 \le x \le \sqrt{e},$ относительно оси оу, если линейная плотность $\delta = 1.$

Ответ: $J_y = \dfrac{1}{3}\left((1 + e)^{3/2} - 2\sqrt{2}\right).$

6. Вычислить электрический заряд части поверхности конуса $x = \sqrt{y^2 + z^2}$, отсеченной плоскостью $x = 2,$ если поверхностная плотность заряда $\lambda = -(5x^2 + 3y^2 + 3z^2 + 4).$

Ответ: $q = -80\pi\sqrt{2}.$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = (2\vec{i} + 3\vec{j} + 4\vec{k})\cos(2x + y - z)$ в произвольной точке *M (x, y, z)* и в точке $M_0\left(\dfrac{\pi}{4}; \dfrac{\pi}{4}; \dfrac{\pi}{4}\right).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -3; rot\vec{a}(M_0) = -7\vec{i} + 10\vec{j} - 4\vec{k}.$

Вариант 19

1. Найти электрический заряд фигуры, ограниченной эллипсом $\frac{x^2}{25}+\frac{y^2}{16}=1$ и осями координат, если поверхностная плотность заряда $\lambda.=x$ и фигура расположена при $x\ge 0,\quad y\ge 0.$

Ответ: $q=\frac{100}{3}.$

2. Найти координаты центра массы однородной фигуры $1\le x^2+y^2\le 2x,$ если поверхностная плотность массы $\delta=1.$

Ответ: $C\left(\frac{8\pi+3\sqrt{3}}{4\pi+6\sqrt{3}};0\right).$

3. Найти статический момент относительно оси ох однородной циклоиды $\begin{cases}x=t-\sin t\\ y=1-\cos t\end{cases},\ 0\le t\le 2\pi,$ если линейная плотность массы $\delta=1.$

Ответ: $M_x=\frac{32}{3}.$

4. Найти работу поля $\vec{F}=\frac{y^2\vec{i}+x^2\vec{j}}{xy}$ при перемещении точки по дуге кривой $y=\frac{4}{x^2}$ от A (1, 4) до B (2, 1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{AB}$ кривой $y=\frac{4}{x^2}$ и прямых BC и CA, если C (8, 4). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$ этой кривой.

Ответ: $W=-0{,}5;\text{Ц}=8{,}5-\ln 8;\text{П}=7{,}1375.$

5. Вычислить момент инерции относительно оси oz однородного цилиндра $x^2+y^2\le 2Ry, 0\le z\le H,$ если масса цилиндра равна $m.$

Ответ: $J_z=\frac{3}{2}mR^2.$

6. Найти массу части поверхности, $z=\sqrt{9-x^2}$ отсеченной плоскостями $y=0$ и $y=3,$ если поверхностная плотность массы $\delta=\frac{1}{x^2+y^2+z^2}.$

Ответ: $m=\frac{\pi^2}{4}.$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a}=\left(\frac{y}{x}+\frac{3x}{y}\right)\vec{i}-\frac{3x}{y}\vec{j}+\left(\frac{3x}{y}-\frac{2y}{x}\right)\vec{k}$ в произвольной точке $M(x, y, t)$ и в точке $M_0(1,1,1).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0)=5; rot\vec{a}(M_0)=-5\vec{i}-5\vec{j}-\vec{k}.$

Вариант 20

1. Найти координаты центра массы однородной фигуры, ограниченной кривой $\sqrt{x}+\sqrt{y}=\sqrt{a}$ и осями координат.

Ответ: $C\left(\frac{a}{5};\frac{a}{5}\right)$.

2. Найти статический момент относительно оси Ox однородной фигуры $x^2+y^2\le 2y$, если поверхностная плотность массы $\delta=1$.

Ответ: $M_x=\pi$.

3. Найти момент инерции относительно оси *Ox* одной арки однородной циклоиды $\begin{cases}x=a(t-\sin t)\\ y=a(1-\cos t)\end{cases}$. Линейная плотность массы $\delta=1$.

Ответ: $J_x=\frac{256}{15}a^3$.

4. Найти работу поля $\vec{F}=(x-y^2)\vec{i}+2xy\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y=2-x^2$ от *A* (-1,1) до *B* (1,1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру *ACBA*, составленному из дуги $\overset{\smile}{BA}$ параболы и прямых *AC* и *CB*, где *C* (-1; 0). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\smile}{AB}$.

Ответ: $W=-\frac{142}{15};\text{Ц}=\frac{152}{15};\text{П}=\frac{4}{3}$.

5. Найти электрический заряд тела, ограниченного поверхностями $x^2+z^2=1, y=0,$ $y=1$, если плотность заряда $\lambda=-(x^2+y^2+z^2)$.

Ответ: $q=-\frac{3}{2}\pi$.

6. Найти массу полусферы $z=\sqrt{R^2-x^2-y^2}$, если поверхностная плотность массы $\delta=\frac{z}{R}$.

Ответ: $m=\pi R^2$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a}=arctg\frac{x+y}{z}(\vec{i}+2\vec{j}+\vec{k})$ в произвольной точке *M*(*x, y, z*) и в точке $M_0(1,1,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0)=\frac{1}{5};rot\vec{a}(M_0)=\frac{1}{5}(5\vec{i}-3\vec{j}+\vec{k})$.

Вариант 21

1. Найти массу фигуры, ограниченной эллипсом $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1,$ если плотность массы $\delta=|y|$.

Ответ: $m=\frac{4}{3}ab^2.$

2. Найти электрический заряд, распределенный с поверхностной плотностью $\lambda=\sqrt{1-x^2-y^2}$ в области $x^2+y^2\le y.$

Ответ: $q=\frac{3\pi-4}{9}.$

3. Найти статический момент относительно оси Ox циклоиды $\begin{cases}x=a(t-\sin t)\\ y=a(1-\cos t)\end{cases},0\le t\le 2\pi,$ если линейная плотность массы $\delta=y.$

Ответ: $M_x=\frac{512}{15}a^3.$

4. Найти работу поля $\vec{F}=\frac{y^2}{x}\vec{i}+\frac{x^2}{y}\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y=\sqrt{x}$ от $A(1;1)$ до $B(4;2)$. Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру $ABCA$, состоящему из дуги $\overset{\cup}{AB}$ параболы и прямых BC и CA, где $C(1;2)$. Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$ параболы.

Ответ: $W=6{,}75,\ \text{Ц}=6{,}75-\ln 2-4\ln 4,\ \Pi=\frac{57}{5}.$

5. Найти координаты центра массы однородного тела, ограниченного поверхностями $z=1-\sqrt{x^2+y^2},z=0.$

Ответ: $C\left(0;0;\frac{1}{4}\right).$

6. Найти момент инерции относительно оси oz , часть однородной поверхности $z=\frac{h}{a}\sqrt{x^2+y^2},$ отсеченной плоскостью $z=h.$

Ответ: $J_z=\frac{1}{2}\pi a^3\sqrt{a^2+h^2}.$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля вектора $\vec{a}$ в точке $M(x,y,z)$ и в точке $M_0(1,1,1)$, если $\vec{a}=\vec{b}\times\vec{c},$ где $\vec{b}=x^2\vec{i}+y^2\vec{j}-x^2\vec{k},\vec{c}=2\vec{i}+3\vec{j}+\vec{k}.$

Ответ: $div\vec{a}(M_0)=6, rot\vec{a}=(M_0)=-4\vec{i}-6\vec{j}-8\vec{k}.$

Вариант 22

1. Найти электрический заряд фигуры, ограниченной линиями $\sqrt{x}+\sqrt{y}=\sqrt{a}, x=0, y=0,$ если поверхностная плотность заряда $\lambda = x.$

Ответ: $q=\frac{a^3}{30}.$

2. Найти площадь фигуры $1 \le x^2+y^2 \le 2x.$

Ответ: $S=\frac{2\pi+3\sqrt{3}}{6}.$

3. Найти моменты инерции однородной окружности $x^2+y^2=r^2$ относительно осей координат. Масса окружности равна m.

Ответ: $J_x=J_y=\frac{1}{2}mr^2.$

4. Найти работу поля $\vec{F}=xy\vec{i}+(y-x)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $\begin{cases} x=t \\ y=(t+1)^2 \end{cases}$ от A (-1;0) до B (0,1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\smile}{AB}$ параболы и прямых BC и CA, если C (-1;2). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\smile}{AB}$.

Ответ: $W=\frac{3}{4}; Ц=-\frac{5}{12}; П=\frac{14}{15}.$

5. Вычислить массу тела, ограниченного поверхностями $2x + z = 4,\ x + z = 2,\ y = \sqrt{2x},$ если плотность $\delta = y.$

Ответ: $m=\frac{4}{3}.$

6. Найти координаты центра массы полусферы $z=\sqrt{R^2-x^2-y^2},$ если поверхностная плотность массы $\delta = x^2+y^2.$

Ответ: $C\left(0,0,\frac{3}{8}R\right).$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $a=\text{grad}\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ в произвольной точке и в точке $M_0(2,2,1).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0)=\frac{2}{3}; rot\vec{a}(M_0)=0.$

Вариант 23

1. Найти электрический заряд, распределенный в области, ограниченной кривыми $x=0, y=\pi, \quad y=x$ с поверхностной плотностью $\lambda = \cos(x+y)$.

Ответ: $q=-2$.

2. Найти статический момент однородного круга $x^2+y^2 \le 2x$ относительно оси оу.

Ответ: $M_y = \pi$.

3. Вычислить массу участка винтовой линии $\begin{cases} x = a\cos t \\ y = a\sin t, 0 \le t \le \dfrac{\pi}{2} \\ z = bt \end{cases}$, если линейная плотность массы $\delta = xy$.

Ответ: $m = \dfrac{a^2}{2}\sqrt{a^2+b^2}$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (y-x)\vec{i} + xy\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы y = $(x+1)^2$ от *A* (-2;1) до *B* (0;1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру *ABCA*, состоящему из дуги $\overset{\cup}{AB}$ параболы и прямых *BC* и *CA*, если *C* (0;3). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$ параболы.

Ответ: $W = \dfrac{52}{15}; Ц = -\dfrac{8}{5}; П = \dfrac{22}{3}$.

5. Найти центр массы однородного конуса, ограниченного поверхностями $z = \dfrac{h}{R}\sqrt{x^2+y^2}$, $z = h$.

Ответ: $C = \left(0,0,\dfrac{3}{4}h\right)$.

6. Вычислить момент инерции относительно оси *Oz* части однородной поверхности сферы $x^2+y^2+z^2 = R^2, x \ge 0, z \ge 0, y \ge 0,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_z = \dfrac{\pi R^4}{3}$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = \vec{i}\sin(y^2+3x^2) - \vec{j}\sin(y^2+3x^2) + \vec{k}\sin(3x^2-2y^2)$ в произвольной точке *M*(*x, y, z*) и в точке $M_0\left(\sqrt{\dfrac{\pi}{3}}; -\sqrt{\dfrac{\pi}{3}}; 0\right)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -4\sqrt{\dfrac{\pi}{3}}; rot\vec{a}(M_0) = \sqrt{\dfrac{\pi}{3}}(2\vec{i} - 3\vec{j} + 2\vec{k})$.

Вариант 24

1. Найти массу, распределенную в области, ограниченной линиями $y=1, y=2, x=0$, $y = e^x$ с поверхностной плотностью $\delta = e^x$.

Ответ: $m = \frac{1}{2}$.

2. Найти момент инерции относительно начала координат однородной фигуры, ограниченной одним лепестком лемнискаты $\rho = a\sqrt{\cos 2\varphi}, -\frac{\pi}{2} \le \varphi \le \frac{\pi}{2}$.

Ответ: $J_0 = \frac{\pi a^4}{4}$.

3. Найти координаты центра массы однородной циклоиды $\begin{cases} x = a(t - \sin t) \\ y = a(1 - \cos t) \end{cases}, 0 \le t \le 2\pi$, если линейная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $C\left(\pi a, \frac{4}{3}a\right)$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = (xy + x + y)\vec{i} + (xy + x - y)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $x = \sqrt{y}$ от O(0,0) до $A(2,4)$. Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру $OACO$, состоящему из дуги OA параболы и прямых AC и CO, если C (0,2). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{OA}$ в сторону выпуклости дуги.

Ответ: $W = 18{,}8; \Pi = 22{,}8; Ц = \frac{52}{15}$.

5. Найти электрический заряд тела, ограниченного поверхностями $y = \sqrt{x}, y = 2\sqrt{x}, z = 0, x + z = 6,$ если плотность заряда $\lambda = x$.

Ответ: $q = \frac{864\sqrt{6}}{35}$.

6. Найти координаты центра массы части поверхности $z = \frac{x^2 + y^2}{2}$ при $z \le 1$, если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $C\left(0, 0, \frac{6\sqrt{3}+1}{5(3\sqrt{3}-1)}\right)$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a}$, если $\vec{a} = \vec{b} \times \vec{c}$, где $\vec{b} = x^2\vec{i} + y^2\vec{j} - x^2\vec{k}, \vec{c} = \vec{i} - \vec{j} + 2\vec{k}$ в точках $M(x, y, z)$ и $M_0(1, -1, 1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_o) = -2, rot\vec{a}(M_0) = 2\vec{i} + 2\vec{j} - 2\vec{k}$.

Вариант 25

1. Найти статический момент относительно оси *Ox* массы, распределенной с плотностью $\delta = \frac{1}{x}$ в области, ограниченной линиями $y = x, y = 2x, x = 1, x = 2.$

Ответ: $M_x = 2{,}25.$

2. Вычислить момент инерции однородного круга радиуса *R* массы *m* относительно начала координат.

Ответ: $J_0 = \frac{1}{2}mR^2.$

3. Вычислить массу участка кривой $y = 0{,}5x^2, 0 \le x \le 1,$ если линейная плотность массы $\delta = \sqrt{2y}$.

Ответ: $m = \frac{1}{3}(2\sqrt{2} - 1).$

4. Найти работу поля $\vec{F} = (x^3 - y)\vec{i} + (y^3 + x)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге окружности $x = R\cos t, y = R\sin t$ от $A(R,0)$ до $B(0,R)$. Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{BA}$ окружности и прямых AC и CB, где $C(2R, R)$. Найти поток вектора *R* через дугу $\overset{\cup}{AB}$ окружности.

Ответ: $W = \frac{\pi R^2}{2}; \text{Ц} = R^2(3 - \frac{\pi}{2}); \Pi = \frac{3\pi R^4}{8}.$

5. Найти электрический заряд тела, ограниченного поверхностями $z = \sqrt{x}, z = 2\sqrt{x}, y + x = 6, y = 0$, если плотность заряда $\lambda = z$.

Ответ: $q = 54.$

6. Найти координаты центра массы части однородной полусферы $z = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2},$ вырезанной плоскостями $x = 0, y = 0, x + y = R, (x \ge 0, y \ge 0, x + y \le R).$

Ответ: $C\left(\frac{R\sqrt{2}}{4}, \frac{R\sqrt{2}}{4}, \frac{R}{\pi(\sqrt{2} - 1)}\right).$

7.Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}(\vec{i} - 2\vec{j} + 2\vec{k})$ в точках $M(x, y, z)$ и $M_0(1,1,1).$

Ответ: $div\ \vec{a}(M_0) = \frac{\sqrt{3}}{3}, \quad rot\ \vec{a}(M_0) = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(4\vec{i} - \vec{j} - 3\vec{k}\right).$

Вариант 26

1. Найти момент инерции относительно оси *Ox* однородной полукруглой пластинки $0 \le y \le \sqrt{R^2 - x^2}$. Поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_{ox} = \dfrac{\pi R^4}{8}$.

2. Найти координаты центра массы плоской однородной фигуры, ограниченной кривой $\rho = a(1 + \cos\varphi)$.

Ответ: $C\left(\dfrac{5a}{6};0\right)$.

3. Найти статический момент относительно оси *Ox* однородной дуги астроиды $\begin{cases} x = a\cos^3 t \\ y = a\sin^3 t \end{cases}, 0 \le t \le \dfrac{\pi}{2},$ если линейная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $M_x = \dfrac{3a^2}{5}$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = y^2 \ln x\vec{i} + xy\vec{j}$ при перемещении точки по дуге гиперболы $y = \dfrac{1}{x}$ от A (1;1) до $B\left(2;\dfrac{1}{2}\right)$. Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{BA}$ гиперболы и прямых AC и CB, если C (1; $-\dfrac{1}{2}$). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W = -\dfrac{\ln 2}{2}; \text{Ц} = \dfrac{2}{3}\ln 2 - \dfrac{170}{72}; \Pi = \dfrac{-3\ln 2 + 79}{72}$.

5. Найти электрический заряд тела, ограниченного поверхностями $z = \dfrac{1}{2}x^2$, $x = 0$, $y = 0$, z = 0, $3x + 2y = 12$, если плотность заряда $\lambda = x$.

Ответ: $q = \dfrac{192}{5}$.

6. Найти площадь части цилиндрической поверхности $z = \sqrt{a^2 - x^2}$, заключенной между плоскостями $y = x$ и $y = 0$.

Ответ: $S = 2a^2$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля:

$\vec{a} = y^2\vec{i} - x^2\vec{j} + z^2\vec{k}$ в точках $M(x, y, z)$ и $M_0(2,3,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = 0; rot\vec{a}(M_0) = -10\vec{k}$.

Вариант 27

1. Найти координаты центра масс однородной плоской фигуры, ограниченной линиями $y = \frac{2}{3}\sqrt{9 - x^2}$, $y = 0$.

Ответ: $C\left(0; \frac{8}{3\pi}\right)$.

2. Найти массу, распределенную в области $2x \le x^2 + y^2 \le 4x, \quad \frac{x}{\sqrt{3}} \le y \le x\sqrt{3},$ с поверхностной плотностью $\delta = \operatorname{arctg}\frac{y}{x}$.

Ответ: $m = \frac{\pi^2 + \pi\sqrt{3} - 6}{8}$.

3. Найти статический момент относительно оси Oy однородной дуги астроиды $\sqrt[3]{x^2} + \sqrt[3]{y^2} = 1, 0 \le x \le 1,$ если линейная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $M_y = \frac{3}{5}$.

4. Найти работу поля $\vec{F} = x^2 y\vec{i} - xy^2\vec{j}$ при перемещении точки по дуге окружности $x = 2\cos t$, $y = 2\sin t$ от A (-2,0) до B (0,-2). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{AB}$ окружности и прямых BC и CA, где C (-2,2). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W = -2\pi; \text{Ц} = -\frac{6\pi + 8}{3}; \text{П} = -2.$

5. Найти электрический заряд части шара $x^2 + y^2 + z^2 \le R^2,$ расположенной в первом октанте $(x \ge 0, y \ge 0, z \ge 0),$ если плотность заряда $\lambda = -z$.

Ответ: $q = -\frac{\pi R^4}{16}$.

6. Найти момент инерции относительно оси Oz части однородной поверхности $x^2 + y^2 = 2az, \ 0 \le z \le a,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1$.

Ответ: $J_z = \frac{4\pi(6\sqrt{3} + 1)}{15} a^4$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = arctg(x - y + z)(\vec{i} - 3\vec{j} - 2\vec{k})$ в точках M(x, y, z) и M_0(1,1,1).

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = \frac{1}{2}, rot\vec{a}(M_0) = \frac{5}{2}\vec{i} - \frac{3}{2}\vec{j} - \vec{k}.$

Вариант 28

1. Найти массу, распределенную с поверхностной плотностью $\delta = x^2 + y$ в области, ограниченной кривыми $y = x^2, y^2 = x.$

Ответ: $m = \frac{33}{140}.$

2. Найти момент инерции относительно оси *О*у однородного круга $x^2 + y^2 \le 2x,$ если поверхностная плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $J_y = \frac{5}{4}\pi.$

3. Найти статический момент относительно оси ох однородной дуги астроиды $\sqrt[3]{x^2} + \sqrt[3]{y^2} = 1,$ расположенной в первой четверти $(0 \le x \le 1, y \ge 0),$ если линейная плотность массы $\delta = 1.$

Ответ: $M_x = \frac{3}{5}.$

4. Найти работу поля $\vec{F} = (y^2 - x)\vec{i} + (x^2 - y)\vec{j}$ при перемещении точки по дуге окружности $x = \cos t$, $y = \sin t$ от A (1,0) до B (0,1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{AB}$ окружности и прямых BC и CA , если C (0;-1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{AB}$.

Ответ: $W = 0; \text{Ц} = \frac{2}{3}; \Pi = \frac{4 - 3\pi}{6}.$

5. Найти координаты центра массы однородной фигуры, ограниченной поверхностями $x + y + z = 1, x = 0, y = 0, z = 0.$

Ответ: $C\left(\frac{1}{4}; \frac{1}{4}; \frac{1}{4}\right).$

6. Найти электрический заряд части плоскости $x + y + z = a,$ вырезанной цилиндром $x^2 + y^2 = a^2,$ если плотность заряда $\lambda = z^2.$

Ответ: $q = \frac{3\sqrt{3}}{2}\pi a^4.$

8. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = xyz(x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k})$ в точках *M (x, y, z)* и $M_0(1, 2, 3).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = 36, rot\vec{a}(M_0) = 5\vec{i} - 16\vec{j} + 9\vec{k}.$

Вариант 29

1. Найти электрический заряд фигуры, ограниченной линиями $x=1, \sqrt{y}=x, y=-\sqrt[3]{x}$, если поверхностная плотность заряда $\lambda = xy-(xy)^3$.

Ответ: $q=-\frac{5}{64}$.

2. Найти электрический заряд, распределенный в области $x^2+y^2 \le 2x$ с поверхностной плотностью $\lambda = \sqrt{4-x^2-y^2}$.

Ответ: $q=\frac{8}{9}(3\pi-4)$.

3. Найти координаты центра масс дуги окружности $\begin{cases} x=a\cos t \\ y=a\sin t \end{cases}, 0 \le t \le \frac{\pi}{2}$, если линейная плотность массы $\delta = xy$.

Ответ: $C\left(\frac{2a}{3};\frac{2a}{3}\right)$.

4. Найти работу поля $\vec{F}=xy^2\vec{i}+2x^2y\vec{j}$ при перемещении точки по дуге параболы $y=-\sqrt{x}$ от O (0;0) до B (1;-1). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру, состоящему из дуги $\overset{\cup}{OB}$ параболы и прямых BC и CO, если C (1;1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{OB}$.

Ответ: $W=\frac{2}{3}; Ц=-\frac{1}{12}; П=-\frac{13}{35}$.

5. Найти ординату центра массы однородного тела, ограниченного поверхностями $z=\frac{1}{2}y^2, x=0, y=0, z=0, 2x+3y=12$.

Ответ: $y_0=\frac{12}{5}$.

6. Найти массу части плоскости $2x+2y+z-4=0$, расположенной в первом октанте $(x \ge 0, y \ge 0, z \ge 0)$, если поверхностная плотность массы $\delta = z$.

Ответ: $m=\frac{8}{3}$.

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a}=xy\vec{i}-yz\vec{j}+yz\vec{k}$ в точках $M(x,y,z)$ и $M_0(2,1,1)$.

Ответ: $div\vec{a}(M_0)=1, rot\vec{a}(M_0)=2\vec{i}-2\vec{k}$.

Вариант 30

1. Найти моменты инерции относительно осей координат фигуры, ограниченной линиями $y = 2x - x^2, y = x^2,$ если поверхностная плотность массы в каждой точке фигуры равна ординате точки.

Ответ: $J_x = \frac{31}{420}, J_y = \frac{1}{15}.$

2. Найти объем цилиндрического тела, ограниченного плоскостями $z = 0, z = 3, x + y = 0$ и цилиндрической поверхностью $x = \sqrt{-4y - y^2}$.

Ответ: $V = 3\pi - 6.$

3. Найти электрический заряд, распределенный по кривой $\begin{cases} x = a(\cos t + t\sin t) \\ y = a(\sin t + t\cos t) \end{cases}, 0 \le t \le 2\pi$ с линейной плотностью $\lambda = -(x^2 + y^2).$

Ответ: $q = -2\pi^2 a^3 (1 + 2\pi^2).$

4. Найти работу поля $\vec{F} = (xy + y^2)\vec{i} + x\vec{j}$ при движении точки (m = 1) по параболе $y = 2\sqrt{x}$ от 0 (0,0) до A (1,2). Найти циркуляцию вектора $\vec{F}$ по замкнутому контуру $OACO$, состоящему из дуги $\overset{\cup}{OA}$ параболы и прямых AC и CO, где C (1, -1). Найти поток вектора $\vec{F}$ через дугу $\overset{\cup}{OA}$.

Ответ: $W = \frac{52}{15}; Ц = \frac{29}{30}; П = -\frac{19}{6}.$

5. Найти центр массы однородного тела, ограниченного поверхностями $z = \sqrt{1 - x^2 - y^2}$, z= 0.

Ответ: $C\left(0,0,\frac{3}{8}\right).$

6. Найти площадь части гиперболического параболоида $az = xy,$ вырезанной цилиндром $x^2 + y^2 = R^2.$

Ответ: $S = \frac{2\pi}{3a}(\sqrt{(a^2 + R^2)^3} - a^3).$

7. Найти дивергенцию и ротор векторного поля $\vec{a} = 2x^2 y\vec{i} - yz^2\vec{j} + \frac{x}{y}\vec{k}$ в произвольной точке и в точке $M_0(-1,1,2).$

Ответ: $div\vec{a}(M_0) = -8, rot\vec{a}(M_0) = 5\vec{i} - \vec{j} - 2\vec{k}.$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х ч. Ч. 2: учебное пособие для втузов. – 6-е изд., испр.- М.: Высш. шк., 2003. – 416 с.:ил.

Исрапилов Р. Б., Баутин С. П. Курс математики. Часть 3. Математический анализ функций нескольких переменных. – Екатеринбург: УГГГА, 1996.

Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. -13-е изд.- М.: Айрис-пресс, 2015.- 608 с.: ил.- (Высшее образование).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.О.12 МАТЕМАТИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Заславская С. В., доцент, к. т. н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Математики	горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Сурнев В. Б.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 05.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

БИЛЕТ №1

№	Задание	Балл
1	Решить систему уравнений: AX=B $A=\begin{pmatrix}1 & 2 & -4\\ 3 & 1 & 0\\ 2 & 2 & 2\end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 4\end{pmatrix}$	0,5
2	Вычислить площадь треугольника ABC, где A(2,3,-1), B(4,4,2), C(0,1,3)	0,5
3	Определение производной. Основные формулы дифференцирования. Найти производные: $\ln\frac{(x^2+1)}{\sqrt[3]{x^3+2x}}$	1
4	Определенный интеграл, геометрический смысл. Вычислить площадь фигуры, ограниченный линиями $y=0, y=x^2, y=3$	1
5	Найти первообразные: $\int(x+1)sinxdx$, $\int\frac{x^3-3x^2}{2x}dx$	1
6	Функции нескольких переменных. Найти частные производные первого порядка функции: $z=x*sinxy$	1
7	Дифференциальные уравнения первого порядка. Найти общее решение уравнений: $sin^2 xy'=y^2$, $y'e^{2x}=y$	2
8	Решить задачу Коши для уравнений второго порядка: $y''+6y'+9y=2x$, $y(0)=1$, $y'(0)=0$	1
9	Степенные ряды. Разложить в ряд функцию: $y=e^{x^2}$	1
10	Нормальный закон распределения случайной величины. Найти вероятность P (1<x≤3), a=4 – математическое ожидание. σ=3 среднеквадратичное отклонение.	1

БИЛЕТ № 2

№	Задание	Балл
1	Найти длины и углы треугольника ABC, где A(3,1,2), B(4,0,2), C(2,-1,3)	1
2	Первый замечательный предел. Найти: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{sin2x}{3x}$	0,5
3	Исследовать функцию. $y = e^{x^2}$. Экстремум возрастания, убывания. Точки перегиба	1
4	Определенный интеграл, геометрический смысл. Вычислить объем тела вращения вокруг оси OX фигуры: $y = 3, y = x^2, x = 0$	0.5
5	Функции нескольких переменных. Найти производную $\frac{\partial z}{\partial u}$, если $z(x,y) = 2xy^2, x(u,v) = \sin(2u - v), y(u,v) = u^2$	1
6	Дифференциальные уравнения первого порядка. Найти общее решение уравнений: $y' = sinx * y, \qquad yy' = \dfrac{1-2x}{y^2}$	2
7	Найти частные решения уравнений: $y''+4y' - 5y = 0$, y(0)=1, $y'(0) = 1$	1
8	Числовые ряды. Область сходимости. Найти область сходимости ряда: $\sum\limits_{n=1}^{\infty}\dfrac{(n^3+1)x^n}{3^n}$	1
9	Найти координаты центра тяжести плоской однородной пластины: $y = 0, \quad y = x, \quad x = 3$	1
10	Закон распределения дискретной случайной величины. Биномиальный закон распределения. Привести пример.	1

Билет 1

№	Задание	Балл
1	Решить систему уравнений Методом Крамара: AX=B	1
2	Матричным методом: AX=B, $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}$	1
3	Найти площадь треугольника ABC, A(3,2,1), B(-1,4,3), C(1,2,4)	1
4	Вычислить предел $\lim\limits_{x \to 0} \frac{\sin 5x}{6x}$	1
5	Найти расстояние от точки A до прямой BC, где A(1,3), B(5,0), C(2,1)	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Найти обратную матрицу A^{-1}, матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}$	1
2	Написать уравнение плоскости M_1, M_2, M_3, где M_1 (1,-1,2), M_2(3,2,1), M_3 (0,1,2)	1
3	Найти пересечение прямых 2x – 3y = 1, 3x + 5y = -2	1
4	Вычислить предел: $\lim\limits_{x \to 1} \frac{x^3 + 2x^2 - 1}{1000x^2 - 2}$	1
5	Построить кривую: $x^2 + 2y^2 - 4y + 4 = 0$	1

Контрольная 2

Билет 1

№	Задание	Балл

1	Найти первообразные $\int x+\frac{2}{x}\,dx, \quad \int \frac{\ln^4 x}{x}\,dx, \quad \int e^{-2x}x\,dx$	2
2	Определенный интеграл. Вычислить площадь фигуры: $y = 2x - x^2$, $y = -x + 2$	0.5
3	Решить дифференциальное уравнение: y''+6y'+9y = 7xe^{-3x}	1
4	Найти gradU, где $U = x^2y + z^2x + x$ в точке P (1,0,1)	0.5
5	Решить задачу Коши: $y'' = \sin\frac{x}{5}, \quad y(0) = 1, \quad y'(0) = 0$	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Найти первообразные $\int sin^2x\,dx, \quad \int \frac{dx}{x^2+2x}, \quad \int \frac{dx}{sin^2 4x}$	1
2	Определенный интеграл. Найти объем тела вращения плоской фигуры: $y = 0, y = x^2, x = 1$ вокруг оси OX	1
3	Решить дифференциальное уравнение: $yy' = \frac{1-2x}{y}$	1
4	Найти частное решение уравнения: y''+4y'-5y = 0, y(0)=1, $y'(0) = 0$	1
5	Найти частные производные функции: $z = x^2y + \sin(xy)$	1

Контрольная 3

Билет 1

№	Задание	Балл
1	Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{n^3}$	1

2	Разложить в ряд функцию: $f(x) = (1+x)^{\frac{1}{3}}$	1
3	Найти область сходимости: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-1)^{2n}}{n9^n}$	1
4	Вычислить: $\iint_D x^2 + y^2 \, dx \, dy$ D: $y = x^3, y = 0, x = 2$	1
5	Вычислить работу силы $\vec{F}\{xy, x^2y^2\}$ вдоль кривой $y = x^3$ от точки (1,1) до точки (2,8)	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Признак Коши сходимости степенного ряда. Исследовать сходимость по Коши $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3}$	1
2	Найти область сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^n(x-2)^{en}}{n}$	1
3	Разложить в ряд по степеням x - 1 функцию $f(x) = \ln x$	1
4	Найти объем тела, ограниченного поверхностями: $y = x^2, y = 0, 2y + x - 1 = 0$	1
5	Найти центр масс плоской однородной пластины: $y^2 = x, y = x^2$	1

Типовые контрольные задания и материалы
зачеты

Зачет 1
Билет 1

№	Задание	Балл
1	Решить систему уравнений матричным методом: AX=B $A=\begin{pmatrix}2 & 1 & -1\\ 3 & 1 & 0\\ 1 & 1 & 2\end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix}1\\ 2\\ -1\end{pmatrix}$	1
2	Векторы. Найти площадь треугольника ABC, где A(3,2,1), B(-1,4,2), C(0,1,3)	1
3	Первый замечательный предел. Найти $\lim\limits_{x\to 0}\frac{1-\cos 2x}{3x^2}$	1
4	Производная, определение. Найти производные функций $cos^2x * 3^{x^2}, \frac{ln^2x}{x^2+2x}$	1
5	Найти асимптоты функции $f(x)=\frac{x}{x+2}$	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Написать уравнение плоскости M_1, M_2, M_3, где M_1 (3,0,4), M_2(1,2,3), M_3 (-1,4,5)	1
2	Вычислить предел: $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{5x^3+x^2}{x^3-3x+1}$ Правило нахождения пределов частного двух многочленов при x→∞	1
3	Построить функцию: $x^2+y^2+2x+3y-4=0$	1
4	Определение производной. Найти производные: $x^3 * \ln(x^2+1), \quad \frac{sin^2x}{x^3+1}$	1
5	Исследовать функцию и построить график $y=x^4-4x^2$	1

Зачет 2

Билет 1

№	Задание	Балл

1	Найти первообразные: $\int \frac{dx}{3-2x}$, $\int \frac{\cos x\,dx}{\sin^2 x}$, $\int \frac{x}{x^2+x+1}dx$	1
2	Определенный интеграл. Вычислить площадь фигуры, ограниченный $\begin{cases} x = 5(t - sint) \\ y = 5(1 - cost) \end{cases}$ – параметрическое уравнение арки циклоида	1
3	Найти экстремум функции двух переменных: $z = x^2 - xy - y^2 + x + y$	1
4	Найти общее решение дифференциального уравнения: $(1 + x^2)y' + (1 + y)y = 0$	1
5	Найти частное решение уравнения y''+4y'+5y = 0, y(0)=1, $y'(0) = 0$	1

Билет 2

№	Задание	Балл
1	Найти первообразные: $\int (x+5)^2 dx$, $\int (x+1)sinxdx$, $\int \frac{dx}{2x^2+2x-1}$	1
2	Определенный интеграл. Найти объем тела вращения вокруг оси OX фигуры $y = 0,\ y = x^2 - 1,\ x = 0$	1
3	Найти производную функции $U = x * \ln(x^2 + y^2) + 2z^2$ по направлению $\overrightarrow{PQ}$, где P (1,0,1), Q (-1,3,7)	1
4	Найти общее решение дифференциального уравнения: $xy'' = 2$	1
5	Найти частное решение дифференциального уравнения: y''+2$(y')^3$ = 0, y(0)=0, $y'(0) = 1$	1



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Д. В. Исламгалиев
Г. В. Петровских, В. Б. Пяткова

МАТРИЦЫ. ОПРЕДЕЛИТЕЛИ. СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Методические указания и варианты контрольных и самостоятельных работ
по разделу дисциплины «Математика»
для студентов всех специальностей очного обучения

Екатеринбург

2019

П

Рецензент: В. Я. Раевский, доцент, к.ф.-м.н., с.н.с. лаборатории теоретической физики ИФМ.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры математики 28.05.2019 г. (протокол № 141) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Исламгалиев Д. В., Петровских Г. В., Пяткова В. Б.,

П МАТРИЦЫ. ОПРЕДЕЛИТЕЛИ. СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ: методические указания и варианты контрольных и самостоятельных работ по разделу дисциплины «Математика» для студентов всех специальности очного обучения”

– Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – с.

Учебно-методическое пособие предназначено студентам всех специальностей для изучения темы: «Матрицы. Определители. Стстемы линейных алгебраических уравнений».

© Исламгалиев Д. А., Петровских Г.В., Пяткова В.Б., 2019

© Уральский государственный горный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. МАТРИЦЫ 5

1.1. Действия над матрицами 6

1.2. Определители 8

1.3. Обратная матрица 11

2.4. Ранг матрицы 12

2. РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ (СЛАУ) 13

2.1. Методы решений определенной неоднородной СЛАУ 16

2.2. Метод решения неопределенных неоднородных СЛАУ 23

2.3. Методы решений определенной однородной СЛАУ 25

2.4. Методы решений неопределенной однородной СЛАУ 27

3. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ 29

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 59

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания по теме «Матрицы. Определители. Системы линейных алгебраических уравнений» могут быть использованы как для проведения контрольных работ, так и для самостоятельной работы студентов. Они удовлетворяют всем требованиям государственного образовательного стандарта по подготовке дипломированных специалистов всех специальностей.

В методических указаниях представлены основные теоретические сведения и разобраны примеры решения задач по теме «Матрицы. Определители. Системы линейных алгебраических уравнений» для студентов всех специальностей. Приведены решения большого количества типовых задач и варианты контрольных работ.

После изучения теории и решений типовых задач студенту рекомендуется самостоятельно решить один из вариантов контрольных работ.

МАТРИЦЫ

Матрица – это прямоугольная таблица чисел, расположенных в m строках и n столбцах. Матрицы обозначаются большими латинскими буквами: *A, B, C* и т.д.

$$A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}. \qquad (1.1)$$

Числа ,входящие в таблицу называются ее элементами и обозначаются символом a_{ij} , где первый индекс i определяет номер строки, второй индекс j – номер столбца. Выражение $m \times n$ и называют размерностью матриц.

Например, матрица А имеет размерность 2×3:

$$A=\begin{pmatrix} -4 & 8 \\ 5 & 9 \\ -1 & 3 \end{pmatrix},$$

а матрица B имеет размерность 3×2:

$$B=\begin{pmatrix} 4 & 5 & -3 \\ 7 & 5 & -1 \end{pmatrix}.$$

Если в матрице число строк совпадает с числом столбцов, то матрица называется квадратной. Понятие размерности матрицы для квадратной матрицы заменяют понятием порядок матрицы. Порядок квадратной матрицы равен числу строк или столбцов этой матрицы.

Для квадратной матрицы вводятся понятия главной и побочной диагоналей. Главная диагональ состоит из элементов a_{ij} с одинаковыми индексами, побочная диагональ состоит из элементов a_{ij} сумма индексов которых равна $n+1$.
Если элементы квадратной матрицы, стоящей на главной диагонали, равны единице, а все остальные равны нулю, то матрица называется единичной и обозначается

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

1.1. ДЕЙСТВИЯ НАД МАТРИЦАМИ

Сложение матриц

Операция сложения вводится только для матриц , имеющих одинаковые размерности .Суммой двух матриц называют такую матрицу, у которой каждый элемент равен сумме соответствующих элементов исходных матриц.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \pm b_{11} & a_{12} \pm b_{12} & a_{13} \pm b_{13} \\ a_{21} \pm b_{21} & a_{22} \pm b_{22} & a_{23} \pm b_{23} \end{pmatrix} \qquad (1.2)$$

***Пример* 1.1.** Даны матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \\ 6 & -2 \end{pmatrix} \text{ и } B = \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 4 & -5 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Найти $A + B$; $B - A$.

Решение: $A + B = \begin{pmatrix} 10 & 7 \\ 6 & -4 \\ 6 & -3 \end{pmatrix}$; $B - A = \begin{pmatrix} 4 & -1 \\ 2 & -6 \\ -6 & 1 \end{pmatrix}$.

Умножение матрицы на число

Для того чтобы умножить матрицу на число следует каждый элемент матрицы умножить на это число.

$$\lambda \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda a_{11} & \lambda a_{12} \\ \lambda a_{21} & \lambda a_{22} \end{pmatrix} \qquad (1.3)$$

***Пример* 1.2.** Дана матрица $A=\begin{pmatrix}4 & 5 & -3\\ 7 & 5 & -1\end{pmatrix}$. Найти матрицу $-3A$. $A\cdot B$

Решение:

$$-3\cdot A=-3\cdot\begin{pmatrix}4 & 5 & -3\\ 7 & 5 & -1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-12 & -15 & 9\\ -21 & -15 & 3\end{pmatrix}.$$

Умножение матриц

Произведение двух матриц определяется тогда, когда количество столбцов первой матрицы совпадает с количеством строк второй матрицы. Элемент c_{ij} матрицы произведения, стоящий на пересечении i–той строки и j–того столбца равен сумме произведений элементов i–той строки первой матрицы на элементы j–того столбца второй матрицы, т.е. по формуле $c_{ij}=\sum_k a_{ik}\cdot b_{kj}$.

$$\begin{pmatrix}a_{11} & a_{12}\\ a_{21} & a_{22}\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}b_{11} & b_{12}\\ b_{21} & b_{22}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_{11}\cdot b_{11}+a_{12}\cdot b_{21} & a_{11}\cdot b_{12}+a_{12}\cdot b_{22}\\ a_{21}\cdot b_{11}+a_{22}\cdot b_{21} & a_{21}\cdot b_{12}+a_{22}\cdot b_{22}\end{pmatrix} \qquad (1.4)$$

***Пример* 1.3.** Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}4 & 5 & 1\\ 3 & 2 & -1\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}3 & 0\\ -1 & 2\\ 7 & 1\end{pmatrix}$. Найти произведение матриц: $A\cdot B$ и $B\cdot A$.

Решение:

$$A.\cdot B=\begin{pmatrix}4 & 5 & 1\\ 3 & 2 & -1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}3 & 0\\ -1 & 2\\ 7 & 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}4\cdot 3+5\cdot(-1)+1\cdot 7 & 4\cdot 0+5\cdot 2+1\cdot 1\\ 3\cdot 3+2\cdot(-1)+(-1)\cdot 7 & 3\cdot 0+2\cdot 2+(-1)\cdot 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}14 & 11\\ 0 & 3\end{pmatrix}$$

$$B.\cdot A=\cdot\begin{pmatrix}3 & 0\\ -1 & 2\\ 7 & 1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}4 & 5 & 1\\ 3 & 2 & -1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3\cdot 4+0\cdot 3 & 3\cdot 5+0\cdot 2 & 3\cdot 1+0\cdot(-1)\\ -1\cdot 4+2\cdot 3 & -1\cdot 5+2\cdot 2 & -1\cdot 1+2\cdot(-1)\\ 7\cdot 4+1\cdot 3 & 7\cdot 5+1\cdot 2 & 7\cdot 1+1\cdot(-1)\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}12 & 15 & 3\\ 2 & -1 & -3\\ 31 & 37 & 6\end{pmatrix}$$

Отметим, что произведение матриц некоммутативное, т.е. $A\cdot B\neq B\cdot A$.

Транспонирование матрицы

Транспонированной к матрице A называется матрица, полученная из матрицы A путем замены строки на столбец с такими же индексами. Транспонированная матрица обозначается A^T.

Если $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{pmatrix}$, то $A^T = \begin{pmatrix} a_{11}\, a_{21} \\ a_{12}\, a_{22} \\ a_{13}\, a_{23} \end{pmatrix}$ (1.5)

***Пример* 1.4.** Найти транспонированную матрицу, к матрице $A = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -1 & 2 \\ 7 & 1 \end{pmatrix}$.

Решение:

$$A^T = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 7 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

1.2. ОПРЕДЕЛИТЕЛИ

Определитель – это числовая характеристика квадратной матрицы. Определители в литературе обозначаются $\det A$, ΔA, $|A|$.

Определитель первого порядка

Определителем матрицы первого порядка, составленной из числа a_{11}, называется само число a_{11}

$$\det A = a_{11} \tag{1.6}$$

Определитель второго порядка

Определителем матрицы второго порядка, составленной из чисел $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$, называется число, определяемое равенством

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \tag{1.7}$$

Числа $a_{11},a_{12},a_{21},a_{22}$ называются элементами определителя, причем элементы a_{11},a_{22} образуют главную диагональ, а элементы a_{12},a_{21} – побочную диагональ. Таким образом, определитель второго порядка равен произведению элементов главной диагонали минус произведение элементов побочной диагонали.

***Пример* 1.5.** Вычислить определитель $\det A = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & -2 \end{vmatrix}$.

Решение:

$$\det A = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & -2 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-2) - 3 \cdot 4 = -14$$

***Пример* 1.6.** Вычислить определитель $\det A = \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ 4 & 1 \end{vmatrix}$.

Решение:

$$\det A = \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ 4 & 1 \end{vmatrix} = -5 \cdot 1 - (-3) \cdot 4 = 7 .$$

Определитель третьего порядка

Рассмотрим определитель третьего порядка:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

Минором M_{ij} элемента a_{ij} называется определитель, который получается вычеркиванием из данного определителя *i*–той строки и *j*–того столбца.

Алгебраическое дополнение A_{ij} элемента a_{ij} определяется по формуле

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij},$$

где M_{ij} – минор для элемента со строкой i и столбцом j.

Определителем третьего порядка, составленным из чисел $a_{11},a_{12},a_{13},a_{21},$ $a_{22},a_{23},a_{31},a_{32},a_{33}$, называется число:

$$\det A=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}=\sum_{k=1}^{3} a_{ik}\cdot A_{ik}\,;\det A=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}=\sum_{k=1}^{3} a_{kj}\cdot A_{kj} \quad (1.8)$$

для фиксированного значения *i*–той строки или *j*–того столбца.

Такие равенства называют разложением определителя по элементам строки или столбца.

Тогда разложение определителя третьего порядка по первой строке примет вид:

$$\det A=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}=(-1)^{1+1}\cdot a_{11}\begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}+(-1)^{1+2}\cdot a_{12}\begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix}+ \quad (1.9)$$

$$+(-1)^{1+3}\cdot a_{13}\begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix},$$

а разложение по второму столбцу принимает вид:

$$\det A=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}=(-1)^{1+2}\cdot a_{12}\begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix}+(-1)^{2+2}\div a_{22}\begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix}+ \quad (1.10)$$

$$+(-1)^{3+2}\cdot a_{32}\begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix}.$$

***Пример* 1.7.** Вычислить определитель $\det A=\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix}$.

а) разложением по элементам первой строки;

б) разложением по элементам третьего столбца

Решение:

$$a)\ \det A=\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix}=(-1)^{1+1}\cdot 1\begin{vmatrix} 5 & 6 \\ 8 & 9 \end{vmatrix}+(-1)^{1+2}\cdot 2\begin{vmatrix} 4 & 6 \\ 7 & 9 \end{vmatrix}+(-1)^{1+3}\cdot 3\begin{vmatrix} 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{vmatrix}=.$$

$$=1(5\cdot 9-6\cdot 8)-2(4\cdot 9-6\cdot 7)+3(4\cdot 8-5\cdot 7)=0$$

$$б)\begin{vmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 6\\ 7 & 8 & 9\end{vmatrix} = (-1)^{1+3}\cdot 3\begin{vmatrix}4 & 5\\ 7 & 8\end{vmatrix} + (-1)^{2+3}\cdot 6\cdot\begin{vmatrix}1 & 2\\ 7 & 8\end{vmatrix} + (-1)^{3+3}\cdot 9\cdot\begin{vmatrix}1 & 2\\ 4 & 5\end{vmatrix} =$$

$$= 3\cdot(4\cdot 8 - 5\cdot 7) - 6\cdot(1\cdot 8 - 2\cdot 7) + 9(1\cdot 5 - 2\cdot 4) =$$

$$= 3\cdot(-3) - 6(-6) + 9\cdot(-3) = 0$$

***Пример* 1.8.** Вычислить определитель $\det A = \begin{vmatrix}2 & 1 & 5\\ 2 & 7 & 0\\ 3 & -1 & 0\end{vmatrix}$.

Решение: Так как наибольшее количество нулей в третьем столбце, то воспользуемся разложением по третьему столбцу (при этом второе и третье слагаемые будут равны нулю):

$$\det A = \begin{vmatrix}2 & 1 & 5\\ 2 & 7 & 0\\ 3 & -1 & 0\end{vmatrix} = (-1)^{1+3}\cdot 5\cdot\begin{vmatrix}2 & 7\\ 3 & -1\end{vmatrix} + 0 + 0 = 5(-2-21) = -115.$$

1.3. ОБРАТНАЯ МАТРИЦА

Рассмотрим квадратную матрицу A порядка n. Если существует квадратная матрица B такая, что $AB = BA = E$, то матрица B называется обратной к матрице А и обозначается A^{-1}. Обратную матрицу A^{-1} можно найти по формуле:

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A}\left(A^{*}\right)^{T} \qquad (\det A \neq 0), \tag{1.11}$$

где A^{*} – матрица алгебраических дополнений $\mathrm{A_{ij}}$:

$$A^{*} = \begin{pmatrix}A_{11} & A_{12} & \ldots & A_{1n}\\ A_{21} & A_{22} & \ldots & A_{2n}\\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\\ A_{n1} & A_{n2} & \ldots & A_{nn}\end{pmatrix}, \quad A_{ij} = (-1)^{i+j}\cdot M_{ij}$$

M_{ij} – миноры для элементов a_{ij} со строкой i и столбцом j.

После нахождения обратной матрицы можно воспользоваться проверкой,

$$A\cdot A^{-1} = E, \text{ т.е.} \tag{1.12}$$

должна получиться единичная матрица Е.

***Пример* 1.9.** Найти обратную матрицу для матрицы $A=\begin{pmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix}$.

Решение:

1) Найдем определитель матрицы

$$\det A=\begin{vmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{vmatrix}=4$$

2) Найдем алгебраические дополнения:

$$A_{11}=(-1)^{1+1}\cdot\begin{vmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 0 \end{vmatrix}=-6 \qquad A_{21}=(-1)^{2+1}\cdot\begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 0 \end{vmatrix}=8 \qquad A_{31}=(-1)^{3+1}\cdot\begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 4 & 3 \end{vmatrix}=-4$$

$$A_{12}=(-1)^{1+2}\cdot\begin{vmatrix} -1 & 3 \\ -3 & 0 \end{vmatrix}=-9 \quad A_{22}=(-1)^{2+2}\cdot\begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -3 & 0 \end{vmatrix}=12 \quad A_{32}=(-1)^{3+2}\cdot\begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -1 & 3 \end{vmatrix}=-4$$

$$A_{13}=(-1)^{1+3}\cdot\begin{vmatrix} -1 & 4 \\ -3 & 2 \end{vmatrix}=10 \quad A_{23}=(-1)^{2+3}\cdot\begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -3 & 2 \end{vmatrix}=-12 \quad A_{33}=(-1)^{3+3}\cdot\begin{vmatrix} 0 & 4 \\ -1 & 4 \end{vmatrix}=4$$

$$A^{*}=\begin{pmatrix} -6 & -9 & 10 \\ 8 & 12 & -12 \\ -4 & -4 & 4 \end{pmatrix},\ \left(A^{*}\right)^{T}=\begin{pmatrix} -6 & 8 & -4 \\ -9 & 12 & -4 \\ 10 & -12 & 4 \end{pmatrix},$$

$$A^{-1}=\frac{1}{4}\begin{pmatrix} -6 & 8 & -4 \\ -9 & 12 & -4 \\ 10 & -12 & 4 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} -1.5 & 2 & -1 \\ -2.25 & 3 & -1 \\ 2.5 & -3 & 1 \end{pmatrix}$$

Проверка:

$$A\cdot A^{-1}=\begin{pmatrix} 0 & 4 & 4 \\ -1 & 4 & 3 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix} -1.5 & 2 & -1 \\ -2.25 & 3 & -1 \\ 2.5 & -3 & 1 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

1.4. РАНГ МАТРИЦЫ

Рассмотрим матрицу размерности $m \times n$:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Рангом матрицы *rang*(A) называют наибольший из порядков миноров данной матрицы, отличных от нуля.

***Пример* 1.10.** Найти ранг матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$.

Решение:

Для большего понимания миноры будем обозначать M_k, где k – количество строк и столбцов для выбранного минора.

$$M_1 = |1| = 1, \text{ то } \quad \text{rang}(A) \geq 1$$

$$M_2 = \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} = 1 \cdot 5 - 2 \cdot 4 = -3, \text{ то } \quad \text{rang}(A) \geq 2$$

$$M_3 = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix} = (-1)^{1+1} 1 \begin{vmatrix} 5 & 6 \\ 8 & 9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+2} 2 \begin{vmatrix} 4 & 6 \\ 7 & 9 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3} 3 \begin{vmatrix} 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{vmatrix} =$$

$$= 1(5 \cdot 9 - 6 \cdot 8) - 2(4 \cdot 9 - 6 \cdot 7) + 3(4 \cdot 8 - 5 \cdot 7) = 0$$

Так как больше нет M_3, то $\text{rang}(A) = 2$.

1. РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ (СЛАУ)

Системой линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), содержащей *m* уравнений и *n* неизвестных, называется система вида

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n = b_m, \end{cases} \qquad (2.1)$$

где a_{ij} – коэффициенты системы, b_i – свободные члены, x_j – неизвестные, $i = \overline{1,m}$, $j = \overline{1,n}$. Такую систему удобно записывать в матричной форме:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \ldots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \ldots \\ b_m \end{pmatrix} \text{ или } AX = B, \qquad (2.2)$$

$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn} \end{pmatrix}$ – основная матрица, $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \ldots \\ x_n \end{pmatrix}$ – матрица-столбец из неизвестных, $B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \ldots \\ b_m \end{pmatrix}$ – матрица-столбец из свободных членов.

Расширенной матрицей $\overline{A}$ называют матрицу A с присоединенной матрицей B:

$$\overline{A} = \left(\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} & b_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn} & b_m \end{array}\right). \qquad (2.3)$$

Система уравнений называется совместной, если она имеет хотя бы одно решение, в противном случае – система несовместна.

***Теорема* 2.1: СЛАУ совместна тогда и только тогда, когда ранг расширенной матрицы равен рангу основной матрицы.**

***Пример* 2.1.** Дана расширенная матрица СЛАУ: $\overline{A}=\left(\begin{array}{cc|c}1 & 2 & 3\\ 2 & 4 & 5\end{array}\right)$. Найти ранг основной и расширенных матриц. Определить совместна ли соответствующая СЛАУ.

Решение:

1) Найдем ранг основной матрицы СЛАУ:

$$M_1=|1|=1,\ \text{то}\ \operatorname{rang}(A)\geq 1.$$

$$M_2=\begin{vmatrix}1 & 2\\ 2 & 4\end{vmatrix}=0,\ \text{то}\ \operatorname{rang}(A)=1.$$

2) Так как все миноры основной матрицы включаются в расширенную, то найдем оставшиеся миноры для расширенной:

$$\overline{M}_2=\begin{vmatrix}1 & 3\\ 2 & 5\end{vmatrix}=-1,\ \text{то}\ \ \operatorname{rang}(\overline{A})=2.$$

Так как $\operatorname{rang}(\overline{A})=2$ и $\operatorname{rang}(\mathrm{A})=1$, то СЛАУ несовместна **и не имеет решения.**

***Пример* 2.2.** Дана расширенная матрица СЛАУ: $\overline{A}=\left(\begin{array}{cc|c}1 & 2 & 3\\ 2 & 4 & 6\end{array}\right)$. Найти ранг основной и расширенных матриц. Определить совместна ли СЛАУ.

Решение:

1) Найдем ранг основной матрицы СЛАУ:

$$M_1=|1|=1,\ \text{то}\ \operatorname{rang}(A)\geq 1.$$

$$M_2=\begin{vmatrix}1 & 2\\ 2 & 4\end{vmatrix}=0,\ \text{то}\ \operatorname{rang}(A)=1.$$

2) Так как все миноры основной матрицы включаются в расширенную, то найдем оставшиеся миноры для расширенной:

$$\overline{M}_2=\begin{vmatrix}1 & 3\\ 2 & 6\end{vmatrix}=0,\ \overline{M}_2=\begin{vmatrix}2 & 3\\ 4 & 6\end{vmatrix}=0,\ \text{то}\ \ \operatorname{rang}(\overline{A})=1.$$

Так как $\text{rang}(\overline{A})=1$ и $\text{rang}(A)=1$, то СЛАУ совместна.

Совместная система называется определенной, если она имеет единственное решение, и неопределенной, если имеет более одного решения.

Если все свободные члены равны нулю $b_i = 0$, то СЛАУ называется однородной, в противном случае – неоднородной.

2.1. МЕТОДЫ РЕШЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕННОЙ НЕОДНОРОДНОЙ СЛАУ

Пусть имеется система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), содержащая *n* уравнений и *n* неизвестных:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n = b_n, \end{cases}$$

.

Метод Крамера

***Теорема* 2.2. Если ранг основной и расширенной матриц системы равен числу неизвестных, то система имеет единственное решение.**

Схема метода Крамера

1) Найти определитель основной матрицы А неоднородной СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0 .$$

Если определитель основной матрицы А неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ является определенной (имеет единственное решение).

2) Найти определители $\det A_1$, $\det A_2$,..., $\det A_n$:

$$\det A_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \det A_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & \dots & a_{1n} \\ a_{12} & b_2 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1n} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \dots, \det A_{\text{n}} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & b_n \end{vmatrix}$$

3) Найти решение определенной неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A}, \; x_2 = \frac{\det A_2}{\det A}, \dots \; x_{\text{n}} = \frac{\det A_{\text{n}}}{\det A}.$$

***Пример* 2.3.** Решить СЛАУ, используя метод Крамера:

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 = -4 \\ -x_1 + x_2 = 1 \end{cases}$$

Решение:

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0.$$

Система имеет единственное решение.

2) Найдем определители $\det A_1$, $\det A_2$:

$$\det A_1 = \begin{vmatrix} -4 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = -1, \; \det A_2 = \begin{vmatrix} 2 & -4 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = -2.$$

3) Найдем решение определенной неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A} = \frac{-1}{-1} = 1; \; x_2 = \frac{\det A_2}{\det A} = \frac{-2}{-1} = 2.$$

Ответ: $X = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$.

***Пример* 2.4.** Решить СЛАУ, используя метод Крамера:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5, \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$

Решение:

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как $\det A \neq 0$, то система уравнений совместна и определённа.

2) Для нахождения её решения используем формулы Крамера:

$$\det A_1 = \begin{vmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 11 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 24, \det A_2 = \begin{vmatrix} 3 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 2 & 11 & 3 \end{vmatrix} = -24, \ \det A_3 = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 11 \end{vmatrix} = 36.$$

3) Найдем решение определенной неоднородной СЛАУ:

$$x_1 = \frac{\det A_1}{\det A} = \frac{24}{12} = 2, \ x_2 = \frac{\det A_2}{\det A} = \frac{-24}{12} = -2, \ x_3 = \frac{\det A_3}{\det A} = \frac{36}{12} = 3.$$

Ответ: $X = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$.

Матричный метод (метод обратной матрицы)

1) Найти определитель основной матрицы А неоднородной СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0.$$

Если определитель основной матрицы А неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ является определенной (имеет единственное решение).

2) Найдем обратную матрицу A^{-1}.

3) Решение находится в виде

$$X = A^{-1}B.$$

***Пример* 2.5.** Решить СЛАУ, используя матричный метод :

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 = -4 \\ -x_1 + x_2 = 1 \end{cases}$$

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-3) \cdot (-1) = -1 \neq 0,$$

то система имеет единственное решение.

2) Найдем обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{-1}\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}$$

3) Тогда решение находим в виде:

$$X = A^{-1}B = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

Ответ: $X = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$.

***Пример* 2.6.** Решить СЛАУ, используя матричный метод:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5, \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$$

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12.$$

Так как $\det \mathrm{A} \neq 0$, то система уравнений является совместной и определенной.

2) Найдем обратную матрицу:

$$A^{-1} = \frac{1}{12}\begin{pmatrix} 8 & -4 & -4 \\ -5 & 7 & 1 \\ -1 & -1 & 5 \end{pmatrix}^T = \frac{1}{12}\begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix}.$$

3) Тогда решение находим в виде:

$$\mathrm{X} = \mathrm{A}^{-1}\mathrm{B} = \frac{1}{12}\begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Ответ: $X = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$.

Метод Гаусса

1) Найти определитель основной матрицы A неоднородной СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0.$$

Если определитель основной матрицы А неоднородной СЛАУ отличен от нуля, то СЛАУ является определенной (имеет единственное решение).

2)Запишем СЛАУ в расширенном матричном виде:

$$\left(\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} & b_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} & b_n \end{array}\right) \sim .$$

3) Преобразуем вторую, третью и т.д. строчки, чтобы получить нули вместо a_{21}, a_{31}, a_{n1}, то есть по формуле $\overline{a}_{ij} = a_{ij} - \frac{a_{ij}}{a_{1j}} a_{1j}$ и $\overline{b}_j = b_j - \frac{b_j}{a_{1j}} a_{1j}$:

$$\sim \left(\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \overline{a}_{22} & \ldots & \overline{a}_{2n} & \overline{b}_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & \overline{a}_{n2} & \ldots & \overline{a}_{nn} & \overline{b}_n \end{array} \right) \sim .$$

4) Продолжая данные преобразования, получим со второй, третьей и т.д. строками, получим

$$\sim \left(\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \overline{a}_{22} & \ldots & \overline{a}_{2n} & \overline{b}_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & \ldots & \overline{a}_{nn} & \overline{b}_n \end{array} \right) \sim .$$

5) После чего можно найти x_{n}, т.е. требуется разделить последнюю строку на $\overline{a}_{nn}$, тогда

$$\left(\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & \overline{a}_{22} & \ldots & \overline{a}_{2n} & \overline{b}_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & \ldots & 1 & \overline{b}_n \end{array} \right) \sim .$$

6) Тогда преобразуя элементы a_{ij}, если $i \neq j$, и преобразуя a_{ii} в единицы, получим решение СЛАУ:

$$\sim \left(\begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & \ldots & 0 & \overline{b}_1 \\ 0 & 1 & \ldots & 0 & \overline{b}_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & \ldots & 1 & \overline{b}_n \end{array} \right).$$

***Пример* 2.7.** Решить СЛАУ, используя метод Гаусса:

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 = -4 \\ -x_1 + x_2 = 1 \end{cases}$$

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} -4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A=\begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 1 \end{vmatrix}=2\cdot 1-(-3)\cdot(-1)=-1\neq 0,$$

то система имеет единственное решение.

2) Запишем СЛАУ в виде расширенной матрицы и получим решение:

$$\left(\begin{array}{cc|c} 2 & -3 & -4 \\ -1 & 1 & 1 \end{array}\right)\sim\left(\begin{array}{cc|c} -1 & 1 & 1 \\ 2 & -3 & -4 \end{array}\right)^{1c\cdot(-1)}\sim\left(\begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 2 & -3 & -4 \end{array}\right)^{2c-2\cdot 1c}\left(\begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{array}\right)^{2c\cdot(-1)}\sim$$

$$\overset{2c\cdot(-1)}{\sim}\left(\begin{array}{cc|c} 1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array}\right)^{1c+2c}\sim\left(\begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array}\right)$$

или

$$\left(\begin{array}{cc|c} 2 & -3 & -4 \\ -1 & 1 & 1 \end{array}\right)^{1c+3\cdot 2c}\sim\left(\begin{array}{cc|c} -1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \end{array}\right)^{1c\cdot(-1)}\sim\left(\begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{array}\right)^{2c+1c}\sim\left(\begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{array}\right).$$

Ответ: $X=\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$.

***Пример* 2.8.** Решить СЛАУ, используя метод Гаусса:

$$\begin{cases} 3x_1+2x_2+x_3=5, \\ 2x_1+3x_2+x_3=1, \\ 2x_1+x_2+3x_3=11. \end{cases}$$

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A=\begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}=12.$$

Если определитель основной матрицы А неоднородной СЛАУ отличен от нуля, но СЛАУ является определенной (имеет единственное решение).

2) Запишем СЛАУ в виде расширенной матрицы и получим решение:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 2 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 11 \end{array}\right) \overset{\substack{2c-1c \\ 3c-3\cdot 1c}}{\sim} \left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -7 & -5 & 0 & -4 \end{array}\right) \overset{3c+5\cdot 2c}{\sim} \left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ -12 & 0 & 0 & -24 \end{array}\right) \overset{1c\cdot(-12)}{\sim}$$

$$\overset{1c\cdot(-12)}{\sim} \left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ -1 & 1 & 0 & -4 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array}\right) \overset{2c+3c}{\sim} \left(\begin{array}{ccc|c} 3 & 2 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array}\right) \overset{1c-2\cdot 2c-3\cdot 3c}{\sim} \left(\begin{array}{ccc|c} 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \end{array}\right) \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array}\right).$$

Ответ: $X = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$.

2.2. МЕТОД РЕШЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ НЕОДНОРОДНЫХ СЛАУ

***Теорема* 2.3. Если ранг совместной системы меньше числа неизвестных, то система имеет бесчисленное множество решений.**

Пусть имеется система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), содержащая *m* уравнений и *n* неизвестных:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n = b_m, \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \ldots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \ldots \\ b_m \end{pmatrix} \text{ или } AX = B.$$

1) Найдем ранг основной матрицы для неоднородной СЛАУ.

2) Найдем ранг расширенной матрицы для неоднородной СЛАУ. Проверим СЛАУ на совместность и на неопределенность. Будем обозначать найденные миноры *n*-ого порядка расширенной матрицы $\widetilde{M}_{\text{n}}$.

3) Если СЛАУ совместно и неопределенно решим СЛАУ, например, методом Гаусса.

Решение неопределенных неоднородных СЛАУ называют общим решением.

***Пример* 2.9.** Дано СЛАУ $\begin{cases} x_1 + x_2 - 3x_3 = 1 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 = 4 \end{cases}$. Найти решение СЛАУ.

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & -3 \\ 1 & 2 & -1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} \text{ или } \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -3 & 1 \\ 1 & 2 & -1 & 4 \end{array}\right).$$

1) Найдем ранг основной матрицы:

$$M_1 = |1| = 1, \text{ то } \operatorname{rang}(A) \geq 1$$

$$M_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 1, \text{ то } \operatorname{rang}(A) = 2.$$

2) Так как строк в основной и расширенной матриц две, то и ранг расширенной матрицы $\operatorname{rang}(\overline{A}) = 2$. СЛАУ совместна и неопределенна.

3) Найдем общее решение СЛАУ. Так как $\operatorname{rang}(\overline{A}) = 2$, требуется две строки (два уравнения):

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -3 & 1 \\ 1 & 2 & -1 & 4 \end{array}\right) \sim |\text{x}_3 = a| \sim \left(\begin{array}{cc|c} 1 & 1 & 1+3a \\ 1 & 2 & 4+a \end{array}\right) \overset{\text{2c}-\text{1c}}{\sim} \left(\begin{array}{cc|c} 1 & 1 & 1+3a \\ 0 & 1 & 3-2a \end{array}\right) \overset{\text{1c}-\text{2c}}{\sim} \left(\begin{array}{cc|c} 1 & 0 & -2+5a \\ 0 & 1 & 3-2a \end{array}\right).$$

Тогда общее решение

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2+5a \\ 3-2a \\ a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 5 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} a,\ a \in R.$$

***Пример* 2.10.** Дано СЛАУ $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 4 \\ 3x_1 + 3x_2 + 3x_3 = 6 \end{cases}$. Найти решение СЛАУ.

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix} \text{ или } \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 4 \\ 3 & 3 & 3 & 6 \end{array}\right).$$

1) Найдем ранг основной матрицы:

$$M_1 = |1| = 1, \text{ то } \operatorname{rang}(\mathrm{A}) \geq 1$$

$$M_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} = 0,\ M_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 3 & 3 \end{vmatrix} = 0, M_2 = \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ 3 & 3 \end{vmatrix} = 0, \text{ то } \operatorname{rang}(A) = 1.$$

2) Найдем ранг расширенной матрицы:

$$\overline{M}_2 = \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{vmatrix} = 0, \overline{M}_2 = \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 6 \end{vmatrix} = 0, \overline{M}_2 = \begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 6 \end{vmatrix} = 0, \text{ то } \operatorname{rang}(\overline{A}) = 1.$$

СЛАУ совместна и неопределенна.

3) Найдем общее решение СЛАУ. Так как $\operatorname{rang}(\overline{\mathrm{A}}) = 1$, требуется одна любая строчка (любое уравнение):

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 2 \end{array}\right) \sim \begin{vmatrix} x_1 = a \\ x_2 = b \end{vmatrix} \sim \left(\begin{array}{c|c} 1 & 2 - a - b \end{array}\right).$$

Тогда общее решение

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ 2 - a - b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} a + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} b;\ a, b \in R.$$

2.3. МЕТОДЫ РЕШЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ОДНОРОДНОЙ СЛАУ

Пусть имеется система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), содержащая *m* уравнений и *n* неизвестных:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = 0, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n = 0, \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \ldots \\ x_{\mathrm{n}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \ldots \\ 0 \end{pmatrix} \text{ или } AX = B .$$

Воспользовавшись теоремой 3.2, если

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0 ,$$

то однородное СЛАУ имеет единственное нулевое решение. Такое решение называют тривиальным.

***Пример* 2.11.** Решить СЛАУ, используя матричный метод:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 0, \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 0, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 0. \end{cases}$$

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

1) Вычисляем определитель матрицы СЛАУ:

$$\det A = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = 12 \neq 0 .$$

СЛАУ имеет тривиальное решение, т.е. $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$.

2.4. МЕТОДЫ РЕШЕНИЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОЙ ОДНОРОДНОЙ СЛАУ

Пусть имеется система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), содержащая *m* уравнений и *n* неизвестных:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = 0, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n = 0, \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m1} & a_{m2} & \ldots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \ldots \\ x_{\text{n}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \ldots \\ 0 \end{pmatrix} \text{ или } AX = B.$$

Заметим, что ранги основной и расширенной матриц в однородной СЛАУ всегда совпадают, то есть однородная СЛАУ всегда совместна.

***Теорема* 2.4. Если в совместной системе ранг основной матрицы меньше числа неизвестных, то система имеет бесчисленное множество решений.**

1) Найдем ранг основной и расширенной матриц для однородной СЛАУ. Проверим СЛАУ на неопределенность.

2) Если СЛАУ совместна и неопределенна решим СЛАУ, например, методом Гаусса.

Решение неопределенных однородных СЛАУ называют фундаментальной системой решений.

***Пример* 2.12.** Дана СЛАУ $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 0 \\ 2x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 0 \\ 3x_1 + 3x_2 + 3x_3 = 0 \end{cases}$. Найти решение СЛАУ.

Решение: Представим СЛАУ в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ или } \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 0 \\ 3 & 3 & 3 & 0 \end{array}\right).$$

1) Найдем ранг основной матрицы:

$$M_1 = |1| = 1, \text{ то } \operatorname{rang}(A) \geq 1$$

$$M_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} = 0, \; M_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 3 & 3 \end{vmatrix} = 0, M_2 = \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ 3 & 3 \end{vmatrix} = 0, \text{ то } \operatorname{rang}(A) = 1 \text{ и } \operatorname{rang}(\overline{A}) = 1.$$

СЛАУ неопределенна.

2) Найдем фундаментальную систему для однородной СЛАУ. Так как $\operatorname{rang}(\overline{A}) = 1$, требуется одна любая строчка (любое уравнение):

$$(1 \quad 1 \quad 1|0) \sim \begin{vmatrix} x_1 = a \\ x_2 = b \end{vmatrix} \sim (1|-a-b).$$

Тогда общее решение

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ -a-b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} a + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} b; a, \, b \in R.$$

Классификация систем линейных алгебраических уравнений.

<table>
<tr><th colspan="5">СЛАУ</th></tr>
<tr><td colspan="2">ОДНОРОДНАЯ СЛАУ</td><td colspan="2">НЕОДНОДНАЯ СЛАУ</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">СОВМЕСТНАЯ СЛАУ</td><td colspan="2">СОВМЕСТНАЯ СЛАУ</td><td>НЕСОВМЕСТНАЯ СЛАУ</td></tr>
<tr><td>ОПРЕДЕЛЕННАЯ СЛАУ</td><td>НЕОПРЕДЕЛЕННАЯ СЛАУ</td><td>ОПРЕДЕЛЕННАЯ СЛАУ</td><td>НЕОПРЕДЕЛЕННАЯ СЛАУ</td><td>_____</td></tr>
<tr><td>ТРИВИАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ</td><td>ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА</td><td>ЕДИНСТВЕННОЕ РЕШЕНИЕ</td><td>ОБЩЕЕ РЕШЕНИЕ</td><td>НЕТ РЕШЕНИЯ</td></tr>
</table>

2. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Вариант 1

1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}2 & 0 & 1\\ 3 & -1 & 2\\ 0 & 1 & 1\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}3 & 1\\ -1 & 1\\ 0 & 1\end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C=(A+3A^{T})\cdot B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix}1 & -2\\ 0 & 1\end{pmatrix}\cdot X=\begin{pmatrix}2 & 4\\ -1 & -2\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix}-2 & 3 & 4 & 0\\ 1 & -1 & 1 & 3\\ 3 & 0 & 1 & 1\\ -3 & 2 & 1 & 0\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases}3x_1+4x_2+2x_3=8\\ 2x_1-4x_2-3x_3=-1\\ x_1+5x_2+x_3=0\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases}2x_1-x_2+2x_3+2x_5=6\\ x_2+x_3-2x_4+x_5=3\\ x_1-x_2+2x_3-x_4-x_5=5\\ 4x_1+x_2+4x_3-2x_4-10x_5=14\end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 2

1. Дана матрица $A=\begin{pmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & 3 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B=A^2-3A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 6 & 1 \end{pmatrix}\cdot X=\begin{pmatrix} -7 & -6 \\ 3 & 16 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & -3 & 5 & 2 \\ 1 & 0 & -3 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & -1 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1+2x_2+3x_3=1 \\ 2x_1-x_2-2x_3=9 \\ 5x_1+8x_2-x_3=7 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1+x_2+x_3+x_4+x_5=1 \\ 3x_1+2x_2+x_3+x_4-3x_5=-3 \\ 5x_1+4x_2+3x_3+3x_4-x_5=-1 \\ x_2+2x_3+2x_4+6x_5=6 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 3

1. Дана матрица $A=\begin{pmatrix} -1 & 4 & 0 \\ 2 & 2 & 0 \\ 4 & 1 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = A \cdot A^T - 2E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 5 & 9 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & -1 & 3 & 4 \\ 2 & 0 & 4 & 0 \\ 5 & 3 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 2 & 0 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 21 \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = -16 \\ 3x_1 - 5x_2 - 6x_3 = -41 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_3 - 2x_4 + 3x_5 = 4 \\ 2x_1 + 2x_2 + 4x_3 - x_4 + 3x_5 = 6 \\ 3x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 2x_4 + 3x_5 = 6 \\ 2x_1 + 2x_2 + 8x_3 - 3x_4 + 9x_5 = 14 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

.

Вариант 4

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 0 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $C = A \cdot A^T + 2B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 5 & -4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 10 & 0 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & -2 & 0 \\ 3 & 1 & 1 & 1 \\ -4 & 0 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 5x_3 = 4 \\ 5x_1 + 2x_2 + 13x_3 = 2 \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = 0 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 2x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 = 1 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 - 2x_5 = 1 \\ 4x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 5x_4 + 7x_5 = 1 \\ 2x_1 - 14x_2 + 7x_3 - 7x_4 + 11x_5 = -1 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 5

1. Даны матрицы и $A=\begin{pmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$ Найти матрицу $X = A^T \cdot A - 4B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & -3 \\ 4 & -6 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 8 & 4 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -3 & 2 & 1 & -1 \\ -2 & 1 & 0 & 3 \\ -1 & -1 & 4 & 1 \\ 2 & 2 & 0 & -3 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = -2 \\ 4x_1 - 3x_2 + x_3 = 1 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 1 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 - 2x_4 + 4x_5 = 1 \\ 13x_1 + 8x_2 + 4x_3 - 3x_4 + 6x_5 = 9 \\ 5x_1 + 4x_2 + 2x_3 - 3x_4 + 6x_5 = 3 \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 + 2x_5 = 2 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 6

1. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} -4 & 5 & 6 \\ -1 & -2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу C= $A^T \cdot A + 5E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 4 & 6 \\ 6 & 8 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -6 & 4 \\ -10 & 8 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & -3 & 0 & 1 \\ 4 & 1 & -1 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & 5 & 1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 4 \\ 3x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 1 \\ 2x_1 + 7x_2 - x_3 = 8 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 6x_4 + 9x_5 = 2 \\ x_2 - 2x_3 + 2x_4 + 3x_5 = -7 \\ 2x_1 + x_2 + 4x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 3 \\ 3x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 4x_4 + 6x_5 = 1 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 7

1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}0 & 3 & 4\\ -1 & 1 & 2\\ 2 & 0 & -5\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}1 & 1 & 1\\ -1 & 4 & 0\\ 2 & -3 & 1\end{pmatrix}$

Найти матрицу $C=(2A^{T}-B)\cdot A$

2. Решить матричное уравнение $X\cdot\begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3 & 5\\ 5 & 9\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix}1 & -1 & 1 & -1\\ 2 & 3 & 1 & 2\\ 3 & 0 & 4 & 3\\ 4 & 0 & 5 & 4\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases}x_1+x_2-x_3=1\\ 8x_1+3x_2-6x_3=2\\ 4x_1+x_2-3x_3=3\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases}x_1+2x_2-3x_3+x_4+2x_5=1\\ 2x_1-x_2+3x_3+4x_4-x_5=-1\\ 5x_1-5x_2+12x_3+11x_4-4x_5=-4\\ x_1-3x_2+6x_3+3x_4-3x_5=-2\end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 8

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} -2 & -1 \\ 1 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & -2 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = B - 3A \cdot A^T$

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 5 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 5 & 2 & -1 & 3 \\ 0 & -2 & 3 & 1 \\ 1 & 0 & 5 & 6 \\ 0 & 1 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 6 \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 20 \\ 3x_1 - 2x_2 - 5x_3 = 6 \end{cases}$

) матричным методом;

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 - 3x_2 - 3x_3 - 4x_4 - 5x_5 = -7 \\ 6x_1 + 2x_2 + 2x_3 - x_4 = -2 \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 - 3x_5 = -5 \\ 11x_1 + 3x_2 + 3x_3 + x_4 - x_5 = -5 \end{cases}$

   а) проверить, является ли система уравнений совместной;

   б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

   в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 9

1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}4 & 3 & 0\\ 1 & -2 & 5\\ 6 & 0 & 2\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}7 & 2 & 1\\ -3 & -4 & 0\end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C=B\cdot(A^T+2A)$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix}1 & 3\\ 2 & 5\end{pmatrix}\cdot X=\begin{pmatrix}4 & 0 & 14\\ 5 & 2 & 22\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix}-4 & -1 & 0 & 2\\ 0 & 3 & 1 & 0\\ 2 & 1 & -4 & 0\\ 3 & 5 & 2 & 5\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases}4x_1-3x_2+2x_3=8\\ 2x_1+5x_2-3x_3=11\\ 5x_1+6x_2-2x_3=13\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases}x_1+x_2-3x_3-x_5=-2\\ x_1-x_2+2x_3-x_4=1\\ 4x_1-2x_2+6x_3+3x_4-4x_5=7\\ 2x_1-4x_2-2x_3+4x_4-7x_5=1\end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 10

1. Дана матрицы $A=\begin{pmatrix} 2 & -2 & 1 \\ 5 & 0 & 7 \\ -1 & 4 & 0 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B=A^2+2A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}\cdot X=\begin{pmatrix} -7 & 11 & 2 \\ 7 & -6 & -3 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 0 & 5 \\ 5 & 4 & -1 & 2 \\ 0 & 2 & 3 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 4x_1+2x_2-3x_3=1 \\ 5x_1+3x_2-2x_3=2 \\ 3x_1+2x_2-3x_3=0 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1+3x_2-2x_3+5x_4-7x_5=2 \\ 3x_1+x_2-2x_3+x_4-x_5=4 \\ 2x_1-x_2+7x_3-3x_4+5x_5=6 \\ 3x_1-2x_2+7x_3-5x_4+8x_5=5 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 11

1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}-5 & 4 & 1\\ 0 & 7 & 2\\ -2 & 4 & 0\end{pmatrix}$. Найти матрицу $B=A^T\cdot A+3E$.

2. Решить матричное уравнение $X\cdot\begin{pmatrix}3 & 2\\ 4 & 3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3 & 0\\ 1 & 2\\ -5 & -4\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix}1 & -7 & 0 & 2\\ 3 & 0 & 1 & 1\\ 2 & 1 & 3 & 4\\ 5 & 0 & 2 & -1\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases}3x_1+x_2+3x_3=2\\ 5x_1-2x_2+2x_3=1\\ 2x_1+2x_2+3x_3=1\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases}x_1+2x_2+3x_3-2x_4+x_5=4\\ 3x_1+6x_2+5x_3-4x_4+3x_5=5\\ x_1+2x_2+7x_3-4x_4+x_5=11\\ 2x_1+4x_2+2x_3-3x_4+3x_5=6\end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 12

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -3 \\ 0 & 4 & 5 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 3 \\ 2 & 5 & 4 \\ 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = A^T \cdot A - 2B$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 4 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -6 & 2 \\ 8 & -7 \\ -8 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 1 & -3 & 1 \\ 4 & 2 & -2 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 5x_3 = 4 \\ 3x_1 + 5x_2 - 3x_3 = -1 \\ 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 = -1 \end{cases}$

   а) матричным методом;

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 + 2x_5 = 2 \\ x_1 - x_2 - 3x_3 - 4x_4 - 3x_5 = -4 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 - 5x_4 + 2x_5 = 1 \\ x_1 - 2x_2 - 2x_3 - 3x_4 - 5x_5 = -7 \end{cases}$

   а) проверить, является ли система уравнений совместной;

   б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

   в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 13

1.Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 3 & 0 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 7 & -2 \\ 0 & 6 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $C = B^T \cdot A + 4E$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ -3 & 4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 4 & -4 & 3 \\ 9 & 16 & -2 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -1 & 1 & 2 & -4 \\ 2 & 0 & -2 & 3 \\ 3 & -3 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 5 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 7x_1 + 6x_2 + 3x_3 = 10 \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 = 1 \\ 5x_1 + 4x_2 + 3x_3 = -4 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 - x_3 + 3x_4 + 2x_5 = 4 \\ 6x_1 + x_2 - 3x_3 + 9x_4 + 5x_5 = 0 \\ 6x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 9x_4 + 7x_5 = 6 \\ 4x_1 + 7x_2 - 2x_3 + 6x_4 + 5x_5 = 8 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 14

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 5 & -6 & 0 \\ 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = A^T \cdot A + 7E$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 6 & 4 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 15 & 7 \\ 9 & 4 \\ 24 & 18 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 2 & 4 & 3 \\ 5 & 3 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 10 \\ 4x_1 + 3x_2 - x_3 = 3 \\ 2x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 15 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 - x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 5x_5 = 8 \\ 2x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 4x_4 + x_5 = 3 \\ 3x_1 + 7x_2 + 8x_3 - 11x_4 - 3x_5 = -2 \\ 2x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 4x_4 + x_5 = 3 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 15

1. Дана матрица $A=\begin{pmatrix} -5 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 2 \\ 2 & 0 & -3 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $C = A \cdot A^T - 3A$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -4 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 9 \\ 4 & 7 \\ 36 & -7 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -7 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 7 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 3 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 6 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = 9 \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = 3 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 - 4x_2 - 4x_3 + x_4 - 3x_5 = -3 \\ x_1 + 7x_2 + 6x_3 - 2x_4 + 6x_5 = 2 \\ 9x_1 + 8x_2 + 4x_3 - 3x_4 + 9x_5 = -7 \\ 7x_1 + 5x_2 + 2x_3 - 2x_4 + 6x_5 = -6 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 16

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} -2 & -3 \\ 1 & 4 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 3 & 3 & 1 \\ -2 & 4 & -3 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = 3B - A \cdot A^T$

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 6 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -4 & 5 & 7 \\ -3 & 6 & 12 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 0 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 3 & 5 \\ 4 & 0 & 1 & -1 \\ 5 & 2 & 0 & -1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 7 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 11 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 11 \end{cases}$

   а) матричным методом;

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 + 7x_4 + 11x_5 = 8 \\ 4x_1 - 2x_2 + x_3 + 2x_4 + 2x_5 = 1 \\ 8x_1 - 4x_2 + 3x_3 + 6x_4 + 8x_5 = 5 \\ 10x_1 - 5x_2 + 5x_3 + 9x_4 + 15x_5 = 10 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 17

1. Дана матрица $A=\begin{pmatrix}0 & 3 & 1\\ 0 & 2 & 4\\ 1 & -1 & 3\end{pmatrix}$. Найти матрицу $B=3E-A\cdot A^T$

2. Решить матричное уравнение $X\cdot\begin{pmatrix}5 & 1\\ 6 & 2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-23 & -3\\ 12 & 0\\ -7 & -3\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix}2 & 4 & 6 & 1\\ 0 & 2 & 0 & 5\\ 1 & -3 & 0 & 0\\ 2 & -1 & 1 & 4\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases}3x_1+5x_2+2x_3=6\\ 5x_1+4x_2+5x_3=4\\ 5x_1+6x_2+4x_3=7\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases}x_1-3x_2+x_3-x_5=-2\\ 2x_1+x_2+3x_3-3x_4=3\\ 4x_1-7x_2+5x_3-x_4-2x_5=-1\\ x_1-4x_2+x_3+x_4-x_5=-2\end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 18

1. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $C = A \cdot B + 2E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 5 & 1 \\ 6 & 2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 3 & -9 & 11 \\ -2 & -6 & 14 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 0 & 7 \\ 0 & 3 & -1 & 0 \\ 4 & 2 & 1 & -2 \\ 3 & -1 & 2 & 0 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 - x_3 = 3 \\ 4x_1 + 6x_2 - x_3 = 1 \\ 2x_1 - 5x_2 + x_3 = 10 \end{cases}$

   а) матричным методом;

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 - 3x_4 + 2x_5 = 3 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - 3x_5 = 2 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 2x_4 - 2x_5 = 4 \\ 2x_1 + 3x_2 - 5x_3 - 17x_4 + 10x_5 = -7 \end{cases}$

   а) проверить, является ли система уравнений совместной;

   б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

   в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 19

1. Дана матрица $A=\begin{pmatrix}1 & 1 & 1\\ -1 & 0 & 2\\ 3 & 1 & 2\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}-1 & 0 & 2\\ 3 & 1 & -1\\ -2 & 1 & 3\end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C=(3B-A^{T})\cdot B$.

2. Решить матричное уравнение $X\cdot\begin{pmatrix}4 & 3\\ 5 & 6\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}6 & 9\\ 1 & -6\\ 10 & 21\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix}1 & 4 & 0 & -1\\ -3 & 0 & 1 & 0\\ 2 & 3 & 2 & 3\\ 3 & -1 & -2 & 1\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases}3x_1-4x_2-x_3=-17\\ 2x_1+x_2-x_3=0\\ 2x_1-3x_2-5x_3=-8\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases}x_1-3x_2+5x_3+4x_4+6x_5=5\\ 3x_1-x_2-x_3=1\\ 2x_1+2x_2+2x_3+2x_4+3x_5=3\\ 4x_1-4x_2-2x_4-3x_5=-1\end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 20

1.Дана матрица $A=\begin{pmatrix}-1 & 3\\ 4 & -2\end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C = 3E - A \cdot A^T \cdot A$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix}-1 & 2\\ 3 & -4\end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix}1 & 10 & -13\\ 3 & -22 & 27\end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 4 & 5\\ -1 & 2 & 0 & 4\\ 1 & 3 & 2 & -1\\ 0 & 0 & 4 & 3\end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = -3\\ 2x_1 - 6x_2 - 9x_3 = 11\\ 4x_1 + 3x_2 - 8x_3 = 2\end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 2x_3 - 2x_4 + x_5 = 5\\ x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 - x_5 = -2\\ x_1 - 4x_2 + x_3 + x_4 - x_5 = -2\\ 3x_1 - 3x_2 + 4x_3 - 2x_4 - x_5 = 1\end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 21

1.Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 1 \\ -1 & 2 & -3 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу X= $A^T \cdot A - 2E$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 5 & 9 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} -2 & 3 & -1 & 1 \\ 0 & 5 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 5 & 7 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 9 \\ x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 14 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 16 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_4 + 2x_5 = 1 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 4 \\ 3x_1 - 3x_2 + 2x_3 - x_4 = 7 \\ 5x_2 - x_3 + 5x_4 + 3x_5 = -4 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 22

1.Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} -1 & 4 \\ 2 & 1 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ -1 & 3 \end{pmatrix}$.

Найти матрицу $C = 3B - A^T \cdot A$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 5 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 10 & 0 & 5 & -2 \\ 1 & -3 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & 0 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 5x_3 = -9 \\ x_1 - x_2 + 3x_3 = 2 \\ 3x_1 - 6x_2 - x_3 = 25 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 2 \\ 6x_1 - 3x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 5x_5 = 3 \\ 6x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 8x_4 + 13x_5 = 9 \\ 4x_1 - 2x_2 + x_3 + x_4 + 2x_5 = 1 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 23

1. Дана матрица $B = \begin{pmatrix} -4 & 5 & 6 \\ -1 & -2 & 1 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $A = 3E - B^T \cdot B$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 8 & 3 \\ 4 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16 & 5 \\ 24 & 11 \\ -28 & -8 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & -1 & 2 \\ -1 & 0 & 4 & 0 \\ 3 & 3 & -3 & 1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 5x_2 - 4x_3 = -5 \\ 4x_1 + x_2 - 3x_3 = -4 \end{cases}$

   а) матричным методом;

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 6x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 1 \\ 3x_1 + 2x_2 + 4x_3 + x_4 + 2x_5 = 3 \\ 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 + x_4 = -7 \\ 9x_1 + 6x_2 + x_3 + 3x_4 + 2x_5 = 2 \end{cases}$

   а) проверить, является ли система уравнений совместной;

   б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

   в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 24

1. Даны матрицы $X = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$ и $Y = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$.

   Найти матрицу $A = Y - 2X^T \cdot X$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 5 & -4 \\ 3 & -2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 14 & 13 & 38 \\ 8 & 9 & 14 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 4 & -3 & 1 \\ 0 & -1 & 2 & -2 \\ -3 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 5x_3 = 1 \\ x_1 + 3x_2 + 4x_3 = -3 \\ 3x_1 - 2x_2 + 2x_3 = 3 \end{cases}$

   а) матричным методом

   б) методом Крамера;

   в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_3 - 2x_4 + 3x_5 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 4x_3 - x_4 + 3x_5 = 2 \\ 3x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 2x_4 + 3x_5 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 8x_3 - 3x_4 + 9x_5 = 6 \end{cases}$

   а) проверить, является ли система уравнений совместной;

   б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

   в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 25

1. Дана матрица $X = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $Y = X - 3X \cdot X^T$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 5 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 15 & 7 \\ 14 & 10 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & 0 & 4 & 1 \\ -1 & 3 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 9 \\ -2 & 1 & -1 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 2 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = -3 \\ 3x_1 + 10x_2 + 8x_3 = -8 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} 6x_1 + x_2 - 3x_3 + 9x_4 + 5x_5 = 0 \\ 6x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 9x_4 + 7x_5 = 6 \\ 4x_1 + 7x_2 - 2x_3 + 6x_4 + 5x_5 = 8 \\ 2x_1 + 4x_2 - x_3 + 3x_4 + 2x_5 = 4 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 26

1. Дана матрица A= $\begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ -1 & 1 & -2 \\ 3 & 1 & 3 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $B = 3A^T - A^2$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 5 & 6 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 8 & 9 & 8 \\ 4 & 1 & 0 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 0 & 3 & 4 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 \\ 3 & 1 & 2 & 3 \\ 4 & 0 & -2 & 5 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 = 1 \\ 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 = 5 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 = 0 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 + 2x_4 - 3x_5 = 1 \\ 3x_1 - 2x_2 - x_3 + x_4 - 2x_5 = -1 \\ 2x_1 - 5x_2 + x_3 - 2x_4 + 2x_5 = -2 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 27

1. Дана матрица A= $\begin{pmatrix} 4 & -3 & 2 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$. Найти матрицу X= $3E - A \cdot A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ -3 & 1 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 3 & 2 & 0 & 5 \\ -4 & 3 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 2 & 4 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + x_3 = 7 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = -5 \\ 4x_1 - x_2 + 3x_3 = 6 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 4x_5 = 0 \\ 2x_1 + 3x_2 + 7x_3 + x_4 + 2x_5 = 1 \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 + 4x_5 = 4 \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 6x_5 = 5 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 28

1. Даны матрицы A = $\begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 0 & 0 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 4 & 1 & -1 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$. Найти матрицу C= $A \cdot A^T + 2B$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 6 & -4 \\ 3 & -1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 4 & 18 & -2 \\ -2 & 12 & 1 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 3 & 3 \\ 3 & -3 & 1 & 3 \\ 4 & 0 & 0 & -3 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 6 \\ 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 = 9 \\ 7x_1 + 8x_2 + 4x_3 = 2 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 + x_4 - 2x_5 = 0 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 + x_5 = 1 \\ 3x_1 + 3x_2 - 3x_3 - 3x_4 + 4x_5 = 2 \\ 4x_1 + 5x_2 - 5x_3 - 5x_4 + 7x_5 = 3 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 29

1. Даны матрицы А = $\begin{pmatrix} -4 & 3 \\ 3 & -4 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 0 & -9 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$. Найти матрицу С= $5B - A^T \cdot A$.

2. Решить матричное уравнение $X \cdot \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 & -6 \\ 10 & 33 \\ 1 & -17 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 2 & -2 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & 2 & 3 \\ 4 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & -1 & 2 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 3x_2 + x_3 = -11 \\ 2x_1 + x_2 - 2x_3 = -2 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = 3 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 + 2x_5 = 0 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 - x_5 = 1 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 - 3x_4 = -1 \\ x_2 - x_3 + x_4 - 2x_5 = -1 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

Вариант 30

1. Дана матрица A= $\begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$. Найти матрицу B= $3E - A \cdot A^T$.

2. Решить матричное уравнение $\begin{pmatrix} 5 & 6 \\ -2 & -4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & -4 \\ 4 & 0 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 & 1 \\ -1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 3 \end{vmatrix}$.

4. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 - 3x_2 - 2x_3 = 5 \\ 3x_1 + x_2 - 2x_3 = 19 \\ 4x_1 - x_2 + x_3 = 6 \end{cases}$

а) матричным методом;

б) методом Крамера;

в) методом Гаусса.

5. Дана система линейных уравнений $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 + 4x_4 - 4x_5 = -5 \\ 2x_1 + x_3 - 2x_4 + 2x_5 = -1 \\ 2x_1 - 6x_2 - 4x_3 - x_4 - 2x_5 = -9 \\ x_1 + 3x_2 + 4x_3 - x_4 - 3x_5 = 4 \end{cases}$

а) проверить, является ли система уравнений совместной;

б) если система уравнений совместна, то найти её общее решение;

в) найти фундаментальную систему решений соответствующей однородной системы уравнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Письменный Д. Т. Конспект лекций по математике. Часть 1. / Д. Т. Письменный // – М.: Изд.-во Айрис-пресс, 2015. – 281 с.

Дополнительная литература

2. Красс М. С. Математика для экономистов. / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов // –СПб.; Питер. 2005. – 464 е.: ил. – (Серия «Учебное пособие»).
3. Сурнев В.Б. Алгебра и аналитическая геометрия :учеб. пособие /В.Б. Сурнев// Екатеринбург, УГГГА. 2003 – 656 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению контрольной работы задачи и вопросы часть II

Окислительно-восстановительные реакции

Б1.О.14 ХИМИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: **Зайцева Н. А.,** к.х.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Химии	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Амдур А. М.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 08.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Степени окисления элементов. Окислители и восстановители…….……6

2. Классификация окислительно-восстановительных реакций…….…….8

3. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Метод электронного баланса……..10

4. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Метод электронно - ионного баланса (метод полуреакций)…….13

5. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций……..…22

Список литературы……..20

Окислительно-восстановительными реакциями (ОВР) называют реакции, протекающие с изменением степени окисления элементов.

1. Степени окисления элементов. Окислители и восстановители.

Степень окисления – условный заряд атома, рассчитанный из предположения, что все связи в соединении ионные.

Правила вычисления степени окисления:

1. Сумма степеней окисления всех атомов, входящих в молекулу равно нулю, а всех атомов, составляющих сложный ион – заряду иона.

2. Степень окисления атома в простом веществе равна нулю.

3. Некоторые элементы имеют в соединениях постоянную степень окисления:

Фтор – только –1

Щелочные металлы (Na, K, Li, Rb, Cs) – только +1

Щелочноземельные металлы (Ca, Sr, Ba), Zn, Mg, Be - только +2

Алюминий – только +3.

4. Водород почти во всех соединениях имеет степень окисления +1. Исключение составляют гидриды металлов (NaH, CaH_2 и др.), где степень окисления водорода отрицательна (–1). Кислород почти во всех соединениях имеет степень окисления –2. Исключение составляют фторид кислорода OF_2, (степень окисления кислорода +1) и пероксиды H_2O_2, Na_2O_2 и т.д. (степень окисления кислорода –1).

5. Максимальная положительная степень окисления элемента обычно совпадает с номером его группы в периодической системе. Максимальная отрицательная степень окисления элемента равна максимальной положительной степени окисления минус восемь. Исключение составляют фтор, кислород, железо: их высшая степень окисления выражается числом, значение которого ниже, чем номер группы, к которой они относятся. У элементов подгруппы меди, наоборот, высшая степень окисления больше единицы, хотя они и относятся к I группе.

Во время ОВР происходит обмен электронами: окислитель присоединяет электроны (сам при этом восстанавливается), восстановитель отдает электроны

(сам при этом окисляется). Окисление всегда сопровождается восстановлением и наоборот. Число электронов, отдаваемых восстановителем, всегда равно числу электронов, принимаемых окислителем.

Важнейшими окислителями и восстановителями могут быть как простые, так и сложные вещества. Так как окислитель содержит в своем составе элемент, понижающий степень окисления, а восстановитель содержит элемент, степень окисления которого повышается в ходе реакции, окислителями могут быть прежде всего соединения высших ступеней окисления, а восстановителями - низших степеней окисления, присущих данному элементу.

Из простых веществ сильными окислителями являются неметаллы верхней части VI и VII групп периодической системы, за счёт высокой электроотрицательности их атомов. Сильнее всего окислительные свойства выражены у фтора F_2, но в практике чаще пользуются в качестве окислителей кислородом O_2, озоном O_3, хлором Cl_2 и бромом Br_2. К простым веществам – восстановителям относятся водород H_2, углерод C и металлы, из которых на практике чаще применяют алюминий, магний, натрий и цинк.

Из сложных веществ в лабораторной практике наиболее часто используются следующие окислители: перманганат калия $KMnO_4$; дихромат калия $K_2Cr_2O_7$; растворы азотной кислоты HNO_3 различных концентраций; концентрированная серная кислота H_2SO_4; пероксид (перекись) водорода; оксиды марганца (IV) MnO_2, и свинца (IV) PbO_2; смесь концентрированных азотной и соляной кислот (1:3, «царская водка), хлорная кислота $HClO_4$.

Из сложных веществ в лабораторной практике наиболее часто используются следующие восстановители: иодид калия KI; сульфит натрия Na_2SO_3; сульфид натрия Na_2S и сероводород H_2S; хлорид олова $SnCl_2$, монооксид углерода (угарный газ) аммиак NH_3.

Некоторые из этих веществ проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства в зависимости от ОВР: CO, H_2O_2, MnO_2, так как содержат элемент в промежуточной степени окисления.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Определите степени окисления всех элементов, входящих в состав следующих веществ:

Номер варианта	Вещества	Номер варианта	Вещества
1	MnO_2, CH_4, Cl_2, $KMnO_4$	11	HF, Zn, H_3PO_4, NH_4Cl
2	H_2O_2, H_2SO_4, I_2, $K_2Cr_2O_7$	12	H_2SO_3, NaH_2SbO_3, Au, $ZnCl_2$
3	NaH, F_2, K_2HPO_4, N_2H_4	13	NH_4HS, P, C_6H_6, $Ba(ClO_4)_2$
4	OF_2, C_2H_6, O_2, K_2MnO_4	14	$NaNO_2$, $Ca(HS)_2$, Ag, PH_3
5	CaH_2, C_2H_4, Br_2, $Fe_2(SO_4)_3$	15	$BaCO_3$, AsH_3, Ca, Na_3SbO_4
6	PbO_2, C_2H_2, O_3, $MnOHNO_3$	16	HNO_3, Xe, $KClO_4$, NH_4OH
7	Na_2O_2, N_2, H_2O, K_2SiO_3	17	$Sn(OH)_2$, $CuCl_2$, K_2S, Mn
8	H_2S, Mg, Na_3SbO_3, $Cr(OH)_3$	18	Al_2S_3, Na_2SO_3, $NaClO$, Se
9	Na_2S, NH_3, H_2, $KHCO_3$	19	$NaClO_2$, Al_4C_3, He, $Bi(NO_3)_3$,
10	AlP, CO, HCl, NH_4NO_3	20	$NaHSO_3$, Si, Na_3AsO_3, $Cr(OH)_3$

2. В каких из перечисленных соединений хлор может проявлять только окислительные свойства: $NaCl$, $NaClO$, HCl, $KClO_3$, $NaClO_4$, Cl_2O_7, $HClO_2$?

3. В каких из перечисленных соединений азот может проявлять только восстановительные свойства: $NaNO_2$, NO, N_2O_3, N_2H_4, N_2O, HNO_3, N_2O_5, NH_4NO_3, NH_3, NH_4Cl?

4. В каких из перечисленных соединений сера может быть как окислителем, так и восстановителем: H_2SO_4, $Ca(HS)_2$, H_2S, Na_2SO_3, Na_2S, SO_2, $Na_2S_2O_3$, SO_3, SO?

2. Классификация окислительно–восстановительных реакций

Окислительно-восстановительные реакции обычно разделяют на три типа: межмолекулярные, внутримолекулярные и реакции диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления). Иногда в эту классификацию добавляют четрветрый тип – реакции конпропорционирования.

1) Межмолекулярные реакции протекают с изменением степени окисления атомов, которые находятся в различных молекулах. Например:

$$2\ Al + Fe_2O_3 \xrightarrow{t^o} Al_2O_3 + 2\ Fe,$$

$$C + 4\ HNO_{3(конц)} = CO_2 \uparrow + 4\ NO_2 \uparrow + 2\ H_2O.$$

2) К внутримолекулярным реакциям относятся такие реакции, в которых окислитель и восстановитель входят в состав одной и той же молекулы, например:

$$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^o} 2CuO + 4NO_2 + O_2\uparrow$$

$$2\ KNO_3 \xrightarrow{t^o} 2\ KNO_2 + O_2\uparrow.$$

3) В реакциях диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) один и тот же элемент является и окислителем, и восстановителем:

$$Cl_2 + 2\ KOH \xrightarrow{\text{на холоду}} KCl + KClO + H_2O,$$

$$2\ NO_2 + 2\ NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O.$$

4) В реакциях конпропорционирования один и тот же химический элемент, имеющий разные степени окисления, в результате приводится к единой степени окисления:

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$$

$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

Вопросы для самостоятельной работы

1. Какие из перечисленных веществ могут вступать в реакции диспропорционирования: HNO_3, HNO_2, H_2SO_4, NH_4NO_3, Br_2, H_2O_2, CaH_2?

2. Приведите пример реакции межмолекулярного конпропорционирования.

3. Является ли реакция разложения перманганата калия реакцией диспропорционирования? Реакцией конпропорционирования?

$$2\ KMnO_4 \xrightarrow{t^o} K_2MnO_4 + MnO_2 + 2O_2\uparrow$$

3. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Метод электронного баланса

Для составления уравнений ОВР используются два метода: метод электронного баланса и метод полуреакций (электронно-ионного баланса). При использовании любого из этих методов прежде всего необходимо определить окислитель и восстановитель, рассчитав степени окисления всех элементов в левой и правой частях уравнения. Затем записать отдельно процесс окисления и процесс восстановления, соблюдая принцип электронного баланса: число электронов, отданных восстановителем, должно быть равно числу электронов, принятых окислителем.

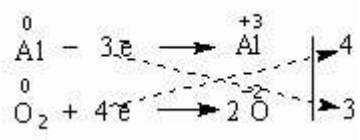
Метод электронного баланса универсален, он позволяет определить коэффициенты реакциях, протекающих как в растворах, так и без растворителя, в веществах в любых агрегатных состояниях. Он удобен для написания реакций термического разложения, взаимодействия двух простых веществ

Пример 1. $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$

Определим степени окисления:

$$\overset{0}{Al} + \overset{0}{O_2} = \overset{+3\ -2}{Al_2O_3}$$

Алюминий отдает электроны (приобретает положительную степень окисления), а кислород – принимает электроны (приобретает отрицательную степень окисления). Чтобы получить степень окисления +3, атом алюминия должен отдать 3 электрона. Молекула кислорода, чтобы превратиться в кислородные атомы со степенью окисления –2, должна принять 4 электрона:



Чтобы количество отданных и принятых электронов выровнялось, первое уравнение надо умножить на 4, а второе – на 3. Для этого достаточно переместить числа отданных и принятых электронов против верхней и нижней строчки так, как показано на схеме вверху.

Если теперь в уравнении перед восстановителем (Al) мы поставим найденный нами коэффициент 4, а перед окислителем (O_2) – найденный нами коэффициент 3, то количество отданных и принятых электронов выравнивается и становится равным 12. Электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции Al_2O_3 необходим коэффициент 2. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:

$$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$$

Пример 2. $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^o} N_2 + Cr_2O_3 + H_2O$

Определим степени окисления:

$$\overset{-3+1}{(NH_4)_2}\ \overset{+6}{Cr_2}\ \overset{-2}{O_7} = \overset{0}{N_2} + \overset{+3}{Cr_2}\overset{-2}{O_3} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$$

Азот отдаёт электроны, хром получает.

$$2N^{-3} - 6\bar{e} = N_2^0$$
$$2Cr^{+6} + 6\bar{e} = 2\ Cr^{+3}$$

Число электронов отданных и принятых одинаково, электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции H_2O необходим коэффициент 4. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^o} N_2\uparrow + Cr_2O_3 + 4\ H_2O$$

Пример 3. $Hg(NO_3)_2 \rightarrow Hg + NO_2 + O_2$

Определим степени окисления:

$$\overset{0}{Hg}\quad \overset{+2}{(}\overset{+5}{N}\ \overset{-2}{O_3}\overset{+2}{)_2} = \overset{0}{Hg} + \overset{+4}{N}\overset{-2}{O_2} + \overset{0}{O_2}$$

Кислород отдаёт электроны, ртуть и азот получают, здесь вместо привычных двух участников обмена электронами их сразу три:

$$2O^{-2} - 4\bar{e} = O_2^0$$
$$2N^{+5} + 1\ \bar{e} = 2\ N^{+4}$$
$$Hg^{+2} + 2\ \bar{e} = Hg^0$$

Число электронов отданных и принятых одинаково, электронный баланс достигнут. Видно, что перед продуктом реакции NO_2 необходим коэффициент 2. Теперь уравнение окислительно-восстановительной реакции уравнено:

$$Hg(NO_3)_2 \rightarrow Hg + 2NO_2 + O_2$$

Задания для самостоятельной работы

1. Расставьте коэффициенты уравнениях реакций разложения методом электронного баланса (по вариантам). Укажите окислитель и восстановитель:

Номер варианта	Схема реакции	Номер варианта	Схема реакции
1	$Mn(NO_3)_2 \rightarrow MnO_2 + NO_2$	11	$BaO_2 \rightarrow BaO + O_2$
2	$K_2MnO_4 \rightarrow K_3MnO_4\ MnO_2 + O_2$	12	$AgNO_3 \rightarrow Ag + NO_2 + O_2$
3	$Zn(NO_3)_2 \rightarrow ZnO + NO_2 + O_2$	13	$FeSO_4 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$
4	$K_2Cr_2O_7 \rightarrow O_2 + Cr_2O_3 + K_2CrO_4$	14	$KClO_4 \rightarrow KCl + O_2$
5	$Fe(NO_3)_2 \rightarrow Fe_2O_3 + NO_2 + O_2$	15	$CdSO_3 \rightarrow CdSO_4 + CdS$
6	$KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$	16	$HNO_3 \rightarrow H_2O + NO_2 + O_2$
7	$Fe(NO_3)_2 \rightarrow Fe_2O_3 + NO_2 + O_2$	17	$NaClO_2 \rightarrow NaClO_3 + NaCl$
8	$HNO_2 \rightarrow NO + NO_2 + H_2O$	18	$KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$
9	$Co(NO_3)_2 \rightarrow CoO + NO_2 + O_2$	19	$SnSO_4 \rightarrow SnO_2 + SO_2$
10	$LiNO_3 \rightarrow Li_2O + NO_2 + O_2$	20	$Ni(NO_3)_2 \rightarrow Ni(NO_2)_2 + O_2$

2. Расставьте коэффициенты уравнениях реакций замещения методом электронного баланса (по вариантам). Укажите окислитель и восстановитель:

Номер варианта	Схема реакции	Номер варианта	Схема реакции
1	$Fe_2O_3 + C \rightarrow CO_2 + Fe$	11	$Zn + AgNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + Ag$
2	$KBr + Cl_2 \rightarrow KCl + Br_2$	12	$Al_2O_3 + Mg \rightarrow MgO + Al$
3	$Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow H_2O + Fe$	13	$MnO_2 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Mn$
4	$Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$	14	$H_2S + Br_2 \rightarrow S + HBr$
5	$O_2 + HI \rightarrow H_2O + I_2$	15	$CuCl_2 + Cr \rightarrow Cu + CrCl_3$
6	$Al + CuSO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + Cu$	16	$Mg + SiO_2 \rightarrow MgO + Si$
7	$Ca + H_2O \rightarrow H_2 + Ca(OH)$	17	$NaI + Cl_2 \rightarrow NaCl + I_2$
8	$TiO_2 + Mg \rightarrow MgO + Ti$	18	$Na + H_2O \rightarrow H_2 + NaOH$
9	$Al + FeO \rightarrow Al_2O_3 + Fe$	19	$KClO_3 + I_2 \rightarrow KIO_3 + Cl_2$
10	$KI + Br_2 \rightarrow KBr + I_2$	20	$Al + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + H_2$

4. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Метод электронно - ионного баланса (метод полуреакций).

Метод полуреакций применим преимущественно для реакций в растворах, зато он позволяет определить коэффициенты не только у окислителя и восстановителя, но и вещества, определяющего среду раствора (кислота, щёлочь, вода), и более удобен для тех реакций, где участвуют органические молекулы. От метода электронного баланса он отличается тем, что окисление и восстановление записывают не для отдельных атомов, а для частиц, реально присуствующих в растворе: катионов, анионов, молекул. Сильные электролиты записываются в виде ионов, слабые электролиты, газы, нерастворимые вещества – в виде молекул. Для материального баланса по кислороду и водороду используются ионы H^+ или OH^- и молекулы воды. При использовании этого метода, кроме алгоритма составления полуреакций, необходимо придерживаться нескольких правил:

1. В кислой среде ни в левой, ни в правой части не должно быть ионов OH^- . Уравнивание осуществляется за счет ионов H^+ и молекул воды.
2. В щелочной среде ни в левой, ни в правой части не должно быть ионов H^+. Уравнивание осуществляется за счет ионов OH^- и молекул воды.
3. В нейтральной среде ни ионов H^+, ни OH^-в левой части быть не должно. Однако в правой части среди продуктов реакции они могут появиться.

Алгоритм подбора коэффициентов в уравнениях ОВР методом ионно-электронного баланса:

1. Составить молекулярную схему реакции с указанием исходных веществ и продуктов реакции.

2. Составить полную ионно-молекулярную схему реакции, записывая слабые электролиты, малорастворимые, нерастворимые и газообразные вещества в молекулярном виде, а сильные электролиты – в ионном.

3. Исключив из ионно-молекулярной схемы ионы, не изменяющиеся в результате реакции (без учета их количества), переписать схему в кратком ионно-молекулярном виде.

4. Отметить элементы, изменяющие в результате реакции степень окисления; найти окислитель, восстановитель, продукты восстановления, окисления.

5. Составить схемы полуреакций окисления и восстановления, для этого:

а) указать восстановитель и продукт окисления, окислитель и продукт восстановления;

б) уравнять число атомов каждого элемента в левой и правой частях полуреакций (выполнить баланс по элементам) в последовательности: элемент, изменяющий степень окисления, кислород, другие элементы; при этом следует помнить, что в водных растворах в реакциях могут участвовать молекулы H_2O, ионы H^+ или OH^- в зависимости от характера среды:

Процесс	Кислая среда	Нейтральная среда	Щелочная среда
Связывание избытка кислорода	$O^{-2}+2H^+ =H_2O$	$O^{-2}+H_2O=2OH^-$	$O^{-2}+H_2O=2OH^-$
Восполнение недостатка кислорода	$H_2O= O^{-2}+2H^+$	$H_2O = O^{-2}+2H^+$	$2OH^-=O^{-2}+H_2O$

в) уравнять суммарное число зарядов в обеих частях полуреакций; для этого прибавить или отнять в левой части полуреакций необходимое число электронов (баланс по зарядам).

6. Найти наименьшее общее кратное (НОК) для числа отданных и полученных электронов.

7. Найти основные коэффициенты при каждой полуреакции. Для этого полученное в п.6 число (НОК) разделить на число электронов, фигурирующих в данной полуреакции.

8. Умножить полуреакции на полученные основные коэффициенты, сложить их между собой: левую часть с левой, правую – с правой (получить ионно-молекулярное уравнение реакции). При необходимости “привести подобные” ионы с учетом взаимодействия между ионами водорода и гидроксид-ионами: $H^+ + OH^- = H_2O$.

9. Расставить коэффициенты в молекулярном уравнении реакции.

10. Провести проверку по частицам, не участвующим в ОВР, исключенным из полной ионно-молекулярной схемы (п.3). При необходимости коэффициенты для них находят подбором.

11. Провести окончательную проверку по кислороду.

Пример 3. В кислой среде:

$K_2Cr_2O_7 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + J_2 + H_2O + K_2SO_4$

$3 \quad 2J^- - 2\bar{e} = J_2$

$1 \quad Cr_2O_7^{2-} + 6\bar{e} + 14H^+ = 2Cr^{+3} + 7H_2O$

Суммарное молекулярное уравнение реакции:

$K_2Cr_2O_7 + 6KJ + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3J_2 + 7H_2O + 4K_2SO_4$

Пример 4. В щелочной среде:

$KCrO_2 + KClO_4 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KCl + H_2O$

$8 \quad CrO_2^- - 3\bar{e} + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$

$3 \quad ClO_4^- + 8\bar{e} + 4H_2O \rightarrow Cl^- + 8OH^-$

Суммарное молекулярное уравнение реакции

$8KCrO_2 + 3KClO_4 + 8KOH \rightarrow 8K_2CrO_4 + 3KCl + 4H_2O$

Пример 5. В нейтральной среде:

$KMnO_4 + MnSO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + H_2SO_4$

$3 \quad Mn - 2\bar{e} + 2H_2O = MnO_2 + 4H^+$

$2 \quad MnO_4 + 3\bar{e} + 2H_2O = MnO_2 + 4OH^-$

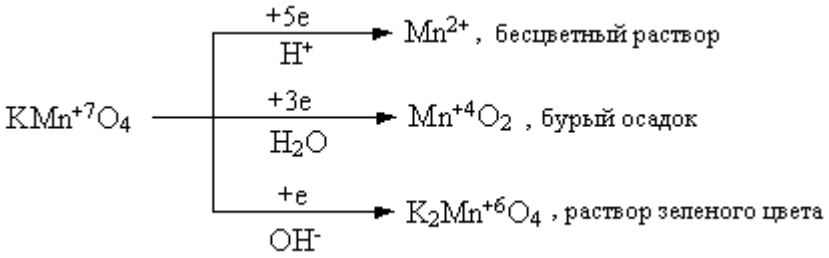
Суммарное молекулярное уравнение реакции:

$2KMnO_4 + 3MnSO_4 + 2H_2O = 5MnO_2 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$

Примеры некоторых часто используемых ОВР:

1) Окислительно-восстановительные реакции с участием перманганата калия

В зависимости от среды (кислая, нейтральная, щелочная) перманганат калия, выступая в качестве окислителя, дает различные продукты восстановления:



Ниже приведены реакции $KMnO_4$ с сульфидом калия в качестве восстановителя в различных средах В этих реакциях продуктом окисления сульфид-иона является свободная сера. В щелочной среде молекулы КОН не принимают участие в реакции, а лишь определяют продукт восстановления перманганата калия.

$$5\ K_2S + 2\ KMnO_4 + 8\ H_2SO_4 = 5\ S\downarrow + 2\ MnSO_4 + 6\ K_2SO_4 + 8\ H_2O,$$

$$3\ K_2S + 2\ KMnO_4 + 4\ H_2O \rightarrow 2\ MnO_2\downarrow + 3\ S\downarrow + 8\ KOH,$$

$$K_2S + 2\ KMnO_4 \xrightarrow{-(KOH)} 2\ K_2MnO_4 + S\downarrow.$$

2) Окислительно-восстановительные реакции с участием дихромата калия

В кислой среде дихромат калия является сильным окислителем. Смесь $K_2Cr_2O_7$ и концентрированной H_2SO_4 (хромпик, хромовая смесь) широко используется в лабораторной практике в качестве окислителя. Взаимодействуя с восстановителем одна молекула дихромата калия принимает шесть электронов, образуя соединения трехвалентного хрома:

$$6\ FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7\ H_2SO_4 = 3\ Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7\ H_2O;$$

$$6\ KI + K_2Cr_2O_7 + 7\ H_2SO_4 = 3\ I_2\downarrow + Cr_2(SO_4)_3 + 4\ K_2SO_4 + 7\ H_2O.$$

3) Окислительно-восстановительные реакции с участием пероксида водорода

Пероксид водорода и нитрит калия проявляют преимущественно окислительные свойства:

$$H_2S + H_2O_2 = S\downarrow + 2\ H_2O,$$

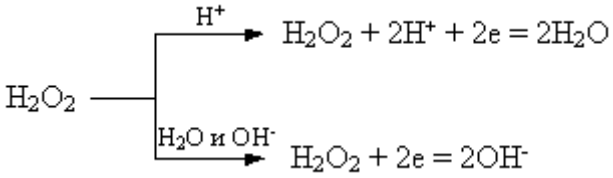
$$2\ KI + 2\ KNO_2 + 2\ H_2SO_4 = I_2\downarrow + 2\ K_2SO_4 + H_2O,$$

Однако, при взаимодействии с сильными окислителями (такими как, например, $KMnO_4$), пероксид водорода и нитрит калия выступают в качестве восстановитеей:

$$5\ H_2O_2 + 2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = 5\ O_2 + 2\ MnSO_4 + K_2SO_4 + 8\ H_2O,$$

$$5\ KNO_2 + 2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = 5\ KNO_3 + 2\ MnSO_4 + K_2SO_4 + 3\ H_2O.$$

Пероксид водорода в зависимости от среды восстанавливается по-разному:



При этом в результате реакций образуется вода или гидроксид-ионы:

$$2\ FeSO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 2\ H_2O,$$

$$2\ KI + H_2O_2 = I_2\downarrow + 2\ KOH.$$

Задания для самостоятельной работы

Расставьте коэффициенты уравнениях методом полуреакций. Укажите окислитель и восстановитель.

Вариант 1.

1) $Zn + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow ZnSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $Br_2 + KOH \rightarrow KBr + KBrO_3 + H_2O$

3) $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow O_2\uparrow + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

4) $C_3H_6 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2\downarrow + C_2H_6(OH)_2 + KOH$

Вариант 2

1) $Zn + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow ZnSO_4 + S\downarrow + H_2O$

2) $S + KOH \rightarrow K_2S + K_2SO_3 + H_2O.$

3) $BaS + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Ba(NO_3)_2 + S\downarrow + NO_2\uparrow + H_2O$

4) $CH_2{=}C(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3(CO)CH_3 + H_2O + CO_2\uparrow$

Вариант 3

1) $Zn + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow ZnSO_4 + H_2S\uparrow + H_2O$

2) $NO_2 + NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$

3) $CrCl_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow K_2Cr_2O_7 + HCl$

4) $CH_3C{=}C(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3(CO)CH_3 + H_2O + CH_3COOH$

Вариант 4

1) $Al + H_2SO_{4(конц., гор.)} \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2S\uparrow + H_2O$

2) $AuCl_3 + H_2O_2 + KOH \rightarrow Au + H_2O + O_2\uparrow + KCl$

3) $KMnO_4 + Fe(OH)_2 + H_2O \rightarrow MnO_2\downarrow + Fe(OH)_3\downarrow + KOH$

4) $C_5H_{10} + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O + C_2H_5COOH + CH_3COOH$

Вариант 5

1) $Ag + H_2SO_{4(конц., гор.)} \rightarrow Ag_2SO_4\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$

2) $NH_4HS + HNO_{3(конц.)} \rightarrow S\downarrow + 2NO_2\uparrow + NH_4NO_3 + 2H_2O$

3) $MnSO_4 + H_2O_2 + KOH \rightarrow MnO_2\downarrow + K_2SO_4 + H_2O$

4) $C_6H_{12} + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O + C_2H_5COOH$

Вариант 6

1) $Bi + H_2SO_4 \rightarrow Bi_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $CuS + HNO_3 \rightarrow NO_2\uparrow + CuSO_4 + H_2O$

3) $C + H_2SO_{4(конц.)} + K_2Cr_2O_{7(конц.)} \rightarrow CO_2\uparrow + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

4) $HCOH + NaOH + I_2 \rightarrow HCOONa + NaI + H_2O$

Вариант 7

1) $Ag + HNO_{3(разб.)} \rightarrow AgNO_3 + NO\uparrow + H_2O$

2) $Cr_2(SO_4)_3 + Br_2 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KBr + K_2SO_4 + H_2O$

3) $Br_2 + S + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HBr$

4) $CH_3C{\equiv}CCH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3COOH + H_2O$

Вариант 8

1) $Ba + HNO_{3(разб.)} \rightarrow Ba(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + H_2O$

2) $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2\uparrow$

3) $As_2O_3 + NaOH + NaNO_3 \rightarrow Na_3AsO_4 + NaNO_2 + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}CH_3 + KMnO_4 \rightarrow C_6H_5COOK + KOH + MnO_2\downarrow + H_2O$

Вариант -9

1) $Be + HNO_{3(разб., гор.)} \rightarrow Be(NO_3)_2 + NO\uparrow + H_2O$

2) $P + H_2SO_4 \rightarrow H_3PO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

3) $Bi(NO_3)_3 + NaClO + NaOH_{(конц.)} \rightarrow NaBiO_3\downarrow + NaNO_3 + NaCl + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}C_2H_5 + KMnO_4 \rightarrow C_6H_5COOK + K_2CO_3 + MnO_2 + H_2O$

Вариант 10

1) $Cd + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Cd(NO_3)_2 + NO_2\uparrow + 2H_2O$

2) $AlBr_{3(тверд.)} + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + Br_2 + SO_2\uparrow + H_2O$

3) $AsH_3 + NaOH_{(разб.)} + NaClO \rightarrow Na_3AsO_4 + NaCl + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}CH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + C_6H_5\text{-}COOH + H_2O$

Вариант 11

1) $Ca + HNO_{3(разб.)} \rightarrow Ca(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + H_2O$

2) $NH_4I_{(тверд.)} + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow I_2\downarrow + H_2S\uparrow + H_2O + NH_4HSO_4$

3) $Bi(OH)_3 + KOH_{(конц.)} + KMnO_4 \rightarrow KBiO_3\downarrow + K_2MnO_4 + H_2O$

4) $C_6H_5\text{-}CH(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + C_6H_5\text{-}COOH + H_2O + CO_2\uparrow$

Вариант 12

1) $Ba + HNO_{3(оч.\ разб.)} \rightarrow Ba(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$

2) $Au_2S_3 + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Au\downarrow + H_2SO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

3) $HBrO_3 + H_2O + S \rightarrow HBr + H_2SO_4$

4) $C_6H_5\text{-}CH_3 + K_2Cr_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + C_6H_5\text{-}COOH + H_2O$

Вариант 13

1) $Bi + HNO_{3(разб.)} \rightarrow Bi(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

2) $PbO_2 + HCl \rightarrow PbCl_2 + Cl_2 + H_2O$

3) $AsH_3 + H_2O + AgNO_3 \rightarrow As_2O_3\downarrow + Ag\downarrow + HNO_3$

4) $CH_3{\equiv}CCH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_3COOH + H_2O + CO_2$

Вариант 14

1) $Cd + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Cd(NO_3)_2 + NO_2\uparrow + H_2O$

2) $C_2N_2 + KOH \rightarrow KCN + KCNO + H_2O$

3) $H_2SO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HI$

4) $C_4H_8 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O + C_2H_5COOH$

Вариант 15

1) $Cu + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $AlP + HNO_{3(конц.,\ гор.)} \rightarrow Al(NO_3)_3 + H_3PO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

3) $Br_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_2SO_4$

4) $C_2H_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

Вариант 16

1) $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$

2) $H_2Cr_2O_7 + H_2O_2 \rightarrow H_2CrO_6 + H_2O.$

3) $Si + NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2\uparrow$

4) $C_2H_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

Вариант 17

1) $As + H_2SO_{4(конц.,\ гор.)} \rightarrow As_2O_3\downarrow + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $B_2S_3 + HNO_{3(конц.)} \rightarrow H_3BO_3\downarrow + H_2SO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

3) $SiH_4 + NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2\uparrow$

4) $C_6H_5\text{-}CH(CH_3)_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2\downarrow + C_6H_5COOK + K_2CO_3 + KOH$

Вариант 18

1) $Fe + H_2SO_{4(конц.)} \overset{^\circ}{\rightarrow} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + H_2O$

2) $I_2 + H_2O_2 \rightarrow HIO_3 + H_2O$

3) $B + KOH + H_2O \rightarrow KBO_2 + H_2\uparrow$

4) $C_3H_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + CH_2(COOH)_2 + H_2O$

Вариант 19

1) $As + HNO_{3(конц.)} \rightarrow H_3AsO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$

2) $K_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + CO\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$

3) $Pb(CH_3COOH)_2 + CaOCl_2 + H_2O \rightarrow PbO_2\downarrow + CaCl_2 + CH_3COOH$

4) $CH_3COCH_3 + I_2 + NaOH \rightarrow CHI_3 + CH_3COONa + NaI + H_2O$

Вариант 20

1) $C + HNO_{3(конц., гор.)} \rightarrow CO_2\uparrow + NO_2\uparrow + H_2O$

2) $HBr_{(конц.)} + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow Br_2 + SO_2\uparrow + H_2O$

3) $AgNO_3 + NaOH + H_2O_2 \rightarrow Ag\downarrow + NaNO_3 + H_2O + O_2\uparrow$

4) $KMnO_4 + (COOH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2\uparrow + K_2SO_4 + H_2O$

Дополнительные уравнения

1. $Au_2S_3 + HNO_{3(конц.)} \rightarrow Au\downarrow + H_2SO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$
2. $As_2S_3 + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow As_2O_3\downarrow + SO_2\uparrow + H_2O$
3. $HNO_3 + Cu_2S \rightarrow NO_2\uparrow + H_2O + CuSO_4 + Cu(NO_3)_2$
4. $SiC + NaOH + O_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O + Na_2CO_3$
5. $Bi(NO_3)_3 + Na_2O_2 + NaOH \rightarrow NaBiO_3 + NaNO_2 + H_2O + O_2$
6. $AgCN + HNO_{3(конц., гор.)} \rightarrow AgNO_3 + NO_2\uparrow + NH_4NO_3 + CO_2\uparrow$
7. $Al + NaOH + 6H_2O \rightarrow Na[Al(OH)_4] + H_2$
8. $Au + HCl + HNO_3 \rightarrow H[AuCl_4] + NO + H_2O$
9. $[Co(H_2O)_6]^{2+} + NH_3 + O_2 + H^+ \rightarrow [Co(NH_3)_6]^{3+} + H_2O.$
10. $Au + NaCN + H_2O + O_2 \rightarrow Na[Au(CN)_2] + NaOH$
11. $Pt + HNO_3 + HCl \rightarrow H_2[PtCl_6] + NO + H_2O$
12. $Na[Au(CN)_2] + Zn \rightarrow Na_2[Zn(CN)_4] + Au$
13. $Fe + C_6H_5COONa + H_2O + O_2 \rightarrow [Fe(C_6H_5COOH)_6](OH)_3 + NaOH$

Направление протекания окислительно-восстановительных реакций

Направление протекания ОВР в водном растворе устанавливается в стандартных условиях по значениям **стандартных потенциалов** φ° полуреакций восстановления:

Окисленная форма + ne^- → Восстановленная форма

Окислительно-восстановительные реакции протекают самопроизвольно, если разность стандартных электродных потенциалов окислителя и восстановителя, или э.д.с. окислительно-восстановительной реакции $\Delta E > 0$.

Стандартные условия протекания реакции: температура 298,15 К, давление в системе при отсутствии газообразных реагентов или продуктов 1 атмосфера (101325 Па), парциальное давление каждого газообразного реагента или продукта при их наличии 1 атмосфера. Стандартная концентрация каждой окисленной и восстановленной формы в растворе 1 моль/л. Стандартные потенциалы измеряют по отношению к стандартному водородному электроду, потенциал которого условно принят равным нулю.

Если значение φ° для окислительно-восстановительной пары, отрицательное, например

$Zn^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Zn$; φ° = – 0,763 В

то реакция, в которой Zn^{2+} – окислитель и H_2 – восстановитель, характеризуется отрицательным значением разности стандартных потенциалов соответствующих пар.

$Zn^{2+} + H_{2(г)} \rightarrow Zn + 2\,H^+_{(р)}$ $\varphi^\circ_{Ок} - \varphi^\circ_{Вс} = -0{,}763 - (0) = -0{,}763$ В.

Направление ОВР определяет окислитель, у которого значение электродного потенциала больше. На практике самопроизвольно осуществляется обратный процесс: $Zn + 2\,H^+_{(р)} \rightarrow Zn^{2+} + H_{2(г)}$ $\varphi^\circ_{Ок} - \varphi^\circ_{Вс} = 0 - (-0{,}763) = +0{,}763$ В

Для положительных значений φ°, например пары Cu^{2+} / Cu

$Cu^{2+} + 2\,e^- = Cu$; φ° = + 0,338 В

реакция

$Cu^{2+} + H_{2(г)} = Cu + 2\,H^+_{(р)}$ $\varphi^\circ_{Ок} - \varphi^\circ_{Вс} = +0{,}338 - (0) = +0{,}338$ В

где 2 $H^+_{(р)}$ – окислитель и H_2 – восстановитель, характеризуется положительным значением разности потенциалов, и может протекать самопроизвольно.

Пример 1. Установить, в каком направлении возможно самопроизвольное протекание реакции

$2NaCl + Fe_2(SO_4)_3 \leftrightarrow 2FeSO_4 + Cl_2 + Na_2SO_4$

Запишем уравнения электронного баланса и стандартные электродные потенциалы электрохимических систем, участвующих в реакции :

$Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$, $\varphi_1^o = 1{,}36$ В;

$Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$, $\varphi_2^o = 0{,}77$ В .

Поскольку $\varphi_1^o > \varphi_2^o$, то окислителем будет служить хлор, а восстановителем - ион Fe^{2+}; рассматриваемая реакция будет протекать так:

$2FeSO_4 + Cl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow 2NaCl + Fe_2(SO_4)_3$

Пример 2. Установить, в каком направлении возможно самопроизвольное протекание реакции

$K_2Cr_2O_7 + 14HCl \leftrightarrow 2CrCl_3 + 3Cl_2 + 7H_2O$

Запишем уравнения электронно-ионного баланса и стандартные электродные потенциалы электрохимических систем, участвующих в реакции:

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$ $\varphi^o_1 = +1{,}33$ В

$Cl_2 + 2e = 2Cl^-$ $\varphi^o_2 = +1{,}36$ В

Поскольку $\varphi_2^o > \varphi_1^o$, то окислителем будет служить хлор, а восстановителем – бихромат-ион; рассматриваемая реакция будет протекать так::

$2CrCl_3 + 3Cl_2 + 7H_2O \rightarrow K_2Cr_2O_7 + 14HCl$

В примере 1 стандартные электродные потенциалы взаимодействующих электрохимических систем существенно различались, так что направление протекания процесса однозначно определялось значениями φ^o при любых концентрациях реагирующих веществ. В тех случаях, когда сравниваемые

значения φ^o близки (разность не более 0,3 В), направление протекания процесса может изменяться в зависимости от концентраций участников реакции (пример 2).

Величина окислительно-восстановительного потенциала в условиях, отличающихся от стандартных, определяется уравнением Нернста:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln \frac{[Ox]}{[\mathrm{Re}\, d]},$$

где φ – окислительно-восстановительный потенциал в данных условиях, В;

φ^0 – стандартный окислительно-восстановительный потенциал, В;

R – универсальная газовая постоянная (8.314 Дж/(моль·К));

T – абсолютная температура, K;

n – число электронов, принимающих участие в потенциалопределяющей полуреакции;

F – постоянная Фарадея (F = 96484.56 Кл/моль);

[Ox]– концентрация окисленной формы ионов;

[Red]– концентрация восстановленной формы ионов.

Концентрация твердой фазы принимается за единицу.

Для стандартной температуры 298 К и с переходом от натурального логарифма к десятичному уравнение Нернста будет иметь вид

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0{,}059}{n} \cdot \lg \frac{[Ox]}{[\mathrm{Re}\, d]},$$

Пример 3. Определить направление возможного самопроизвольного протекания реакции

$$2Hg + 2Ag^+ \leftrightarrow 2Ag + Hg_2^{2+}$$

при стандартной температуре и следующих концентрациях ионов:

а) $[Ag^+] = 10^{-4}$ моль/л , $[Hg_2^{2+}] = 10^{-1}$моль/л;

б) $[Ag^+] = 10^{-1}$моль/л , $[Hg_2^{2+}] = 10^{-4}$моль/л.

Выпишем значения стандартных электродных потенциалов взаимодействующих электрохимических систем:

$Hg_2^{2+} + 2e^- = 2Hg$, $\varphi_1^o = 0{,}79$ В;

$Ag^+ + e^- = Ag$, $\varphi_2^o = 0{,}80$ В.

По уравнению Нернста вычислим значения электродных потенциалов при указанных в условиях задачи концентрациях.

а) $\varphi_1 = \varphi_1^o + 0{,}059/2 \cdot \lg [Hg_2^{2+}] = 0{,}79 + 0{,}030 \lg 10^{-1} = 0{,}79 - 0{,}03 = 0{,}76$ В;

$\varphi_2 = \varphi_2^o + 0{,}059 \cdot \lg [Ag^+] = 0{,}80 + 0{,}059 \lg 10^{-4} = 0{,}80 - 0{,}24 = 0{,}56$ В.

В данном случае $\varphi_1 > \varphi_2$, реакция будет протекать справа налево.

б) $\varphi_1 = 0{,}79 + 0{,}030 \cdot \lg 10^{-4} = 0{,}79 - 0{,}12 = 0{,}67$ В;

$\varphi_2 = 0{,}80 + 0{,}059 \cdot \lg 10^{-1} = 0{,}80 - 0{,}06 = 0{,}74$ В.

Теперь $\varphi_1 < \varphi_2$, и реакция протекает слева направо.

Зависимость окислительной способности некоторых веществ от кислотности среды так же определяется уравнением Нернста. Например, для полуреакции

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$$

окислительно-восстановительный потенциал можно вычислить по формуле

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0{,}059}{5} \cdot \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^8}{[Mn^{2+}]}, \text{ или}$$

$$\varphi = 1{,}507 + 0{,}012 \cdot \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]} - 0{,}095\, pH$$

Потенциалы процесса зависит от pH среды и будет тем больше, чем кислее раствор. Зависимость окислительного потенциала $KMnO_4$ от концентрации ионов водорода пользуются для фракционного окисления анионов галогенидов до свободных галогенов. При pH от 5 до 6 перманганат окисляет только йодиды до йода (не действуя на бромиды и хлориды), при pH = 3 окисляются бромиды, и только при значительно более высокой кислотности окисляются хлориды.

Задания для самостоятельной работы

Обоснуйте возможность самопроизвольного протекания реакций №1 вашего варианта на стр. 16-19, используя Приложение.

Приложение

Таблица 1

СТАНДАРТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ

Элемент	Реакция	E^0	Элемент	Реакция	E^0
Ag	α -$Ag_2S + 2\bar{e} = 2Ag + S^{2-}$	-0,70	B	$BF_4^- + 3e = B + 4F^-$	-1,04
	$Ag(CN)_2^- + \bar{e} = Ag + 2CN^-$	-0,29		$H_3BO_3 + 3H^+ + 3e = B + 3H_2O$	-0,869
	$AgI + \bar{e} = Ag + I^-$	-0,152		$BO_3^{3-} + 6H^+ + 3e = B + 3H_2O$	-0,165
	$AgCN + \bar{e} = Ag + CN^-$	-0,04	Ba	$Ba^{2+} + 2e = Ba$	-2,905
	$Ag(S_2O_3)_2^{3-} + \bar{e} = Ag + 2S_2O_3^{2-}$	0,01	Be	$Be^{2+} + 2e = Be$	-1,847
	$AgBr + \bar{e} = Ag + Br^-$	0,071		$Be(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Be + 2H_2O$	-1,820
	$AgCl + \bar{e} = Ag + Cl^-$	0,222		$BeO_2^{2-} + 4H^+ + 2e = Be + 2H_2O$	-0,909
	$Ag_2O + H_2O + 2\bar{e} = 2Ag + 2OH^-$	0,344	Bi	$Bi_2O_3 + 3H_2O + 6e = 2Bi + 6OH^-$	-0,46
	$Ag(NH_3)_2^+ + \bar{e} = Ag + 2NH_3$	0,373		$BiOCl + 2H^+ + 3e = Bi + Cl^- + H_2O$	0,16
	$Ag_2CrO_4 + 2\bar{e} = 2Ag + CrO_4^{2-}$	0,446		$Bi^{3+} + 3e = Bi$	0,215
	$Ag_2C_2O_4 + 2\bar{e} = 2Ag + C_2O_4^{2-}$	0,472		$BiO^+ + 2H^+ + 3e = Bi + H_2O$	0,32
	$AgBrO_3 + \bar{e} = Ag + BrO_3^-$	0,55		$Bi_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Bi + 3H_2O$	0,371
	$2AgO + H_2O + 2\bar{e} = Ag_2O + 2OH^-$	0,60		$NaBiO_3$(т) + $6H^+$+ 2e = $Bi^{3+} + Na^+ + 3H_2O$	1,6 - 1,808
	$Ag^+ + \bar{e} = Ag$	0,799	Br	$2BrO^- + 2H_2O + 2e = Br_2 + 4OH^-$	0,45
	$Ag_2O + 2H^+ + 2\bar{e} = 2Ag + H_2O$	1,173		$2BrO_3^- + 6H_2O + 10e = Br_2 + 12OH^-$	0,50
	$2AgO + 2H^+ + 2\bar{e} = Ag_2O + H_2O$	1,398		$BrO_3^- + 2H_2O + 4e = BrO^- + 4OH^-$	0,54
Al	$AlO_2^- + 2H_2O + 3\bar{e} = Al + 4OH^-$	-2,35		$BrO_3^- + 3H_2O + 6e = Br^- + 6OH^-$	0,61
	$Al(OH)_3 + 3\bar{e} = Al + 3OH^-$	-2,31		$BrO^- + H_2O + 2e = Br^- + 2OH^-$	0,76
	$AlF_6^{3-} + 3\bar{e} = Al + 6F^-$	-2,07		$Br_3^- + 2e = 3Br^-$	1,05
	$Al^{3+} + 3e = Al$	-1,663		Br_2(ж) + 2e = $2Br^-$	1,065
	$Al(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Al + 3H_2O$	-1,471		$BrO_3^- + 6H^+ + 6e = Br^- + 3H_2O$	1,44
	$AlO_2^- + 4H^+ + 3e = Al + 2H_2O$	-1,262		$2BrO_3^- + 12H^+ + 10e = Br_2 + 6H_2O$	1,52
As	$As + 3H^+ + 3e = AsH_3$	-0,60		$2HBrO + 2H^+ + 2e = Br_2 + 2H_2O$	1,59
	$HAsO_2 + 3H^+ + 3e = As + 2H_2O$	0,248	C	$HCOO^- + 2H_2O + 2e = HCHO + 3OH^-$	-1,07
	$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e = HAsO_2 + 2H_2O$	0,559		$2CO_2 + 2H^+ + 2e = H_2C_2O_4$	-0,49
	$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e = H_3AsO_3 + H_2O$	0,58		$CO_2 + 2H^+ + 2e = HCOOH$	-0,20
Au	$Au(CN)_2 + e = Au + 2CN^-$	-0,61		C(графит) + $4H^+$ + 4e = CH_4	-0,132
	$AuBr_4^- + 2e = AuBr_2^- + 2Br^-$	0,802		$CO_2 + 2H^+ + 2e = CO + H_2O$	-0,12
	$AuCl_4^- + 2e = AuCl_2^- + 2\ Cl^-$	0,926		$HCOOH + 2H^+ + 2e = HCHO + H_2O$	-0,01
	$AuBr_2^- + e = Au + 2Br^-$	0,959		$HCOOH + 4H^+ + 4e = CH_3OH + H_2O$	0,145
	$AuCl_2^- + 2e = Au + 2Cl^-$	1,15		$HCOO^- + 3H^+ + 2e = HCHO + H_2O$	0,167
	$Au^{3+} + 2e = Au^+$	1,401		$CH_3CHO + 2H^+ + 2e = C_2H_5OH$	0,19
	$Au^{3+} + 3e = Au$	1,498		$CO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = HCHO + 2H_2O$	0,197
	$Au^+ + 3e = Au$	1,692		$HCOO^- + 5H^+ + 4e = CH_3OH + H_2O$	0,199
Элемент	Реакция	E^0	Элемент	Реакция	E^0

C	$CO_3^{2-} + 8H^+ + 6e = CH_3OH + 2H_2O$	0,209	Co	$Co(OH)_2 + 2e = Co + 2OH^-$	-0,73
	$CO_3^{2-} + 3H^+ + 2e = HCOO^- + H_2O$	0,227		$CoCO_3 + 2e = Co + CO_3^{2-}$	-0,64
	$HCHO + 2H^+ + 2e = CH_3OH$	0,232		$Co(NH_3)_6^{2+} + 2e = Co + 6NH_3$	-0,42
	$2CO_3^{2-} + 4H^+ + 2e = C_2O_4^{2-} + 2H_2O$	0,441		$Co^{2+} + 2e = Co$	-0,277
	$C_2H_5OH + 2H^+ + 2e = C_2H_6 + H_2O$	0,46		$Co(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Co + 2H_2O$	0,095
	$CO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = C(графит) + 3H_2O$	0,475		$Co(NH_3)_6^{3+} + e = Co(NH_3)_6^{2+}$	0,1
	$CO + 6H^+ + 6e = CH_4 + H_2O$	0,497		$CoO + 2H^+ + 2e = Co + H_2O$	0,166
	$CH_3OH + 2H^+ + 2e = CH_4 + H_2O$	0,59		$Co(OH)_3 + e = Co(OH)_2 + OH^-$	0,17
Ca	$Ca^{2+} + 2e = Ca$	-2,866		$Co^{3+} + 3e = Co$	0,33
Cd	$CdS + 2e = Cd + S^{2-}$	-1,175		$Co^{3+} + e = Co^{2+}$	1,38 - 1,842
	$Cd(CN)_4^{2-} + 2e = Cd + 4CN^-$	-1,09	Cr	$Cr(OH)_2 + 2e = Cr + 2OH^-$	-1,4
	$Cd(OH)_2 + 2e = Cd + 2OH^-$	-0,81		$Cr(OH)_3 + 3e = Cr + 3OH^-$	-1,3
	$Cd(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cd + 4NH_3$	-0,61		$CrO_2^- + 2H_2O + 3e = Cr + 4OH^-$	-1,2
	$Cd^{2+} + 2e = Cd$	-0,403		$Cr^{2+} + 2e = Cr$	-0,913
	$Cd(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Cd + 2H_2O$	0,005		$Cr^{3+} + 3e = Cr$	-0,744
	$CdO + 2H^+ + 2e = Cd + H_2O$	0,063		$Cr(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Cr + 3H_2O$	-0,654
Ce	$Ce^{3+} + 3e = Ce$	-2,48		$Cr^{3+} + e = Cr^{2+}$	-0,407
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M H_2SO_4)	1,44		$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e = Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M HNO_3)	1,61		$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 12e = 2Cr + 7H_2O$	0,294
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$ (1M $HClO_4$)	1,70		$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = Cr + 4H_2O$	0,366
	$Ce^{4+} + e = Ce^{3+}$	1,77		$CrO_4^{2-} + 4H^+ + 3e = CrO_2^- + 2H_2O$	0,945
Cl	$ClO_4^- + H_2O + 2e = ClO_3^- + 2OH^-$	0,36		$CrO_2^- + 4H^+ + e = Cr^{2+} + 2H_2O$	1,188
	$2ClO^- + 2H_2O + 2e = Cl_2 + 4OH^-$	0,40		$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,333
	$ClO_4^- + H_2O + 8e = Cl^- + 8OH^-$	0,56		$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 3e = Cr^{3+} + 4H_2O$	1,477
	$ClO_3^- + 3H_2O + 6e = Cl^- + 6OH^-$	0,63	Cs	$Cs^+ + e = Cs$	-2,923
	$ClO_2 + 2H_2O + 5e = Cl^- + 4OH^-$	0,85	Cu	$Cu_2S + 2e = 2Cu + S^{2-}$	-0,89
	$ClO^- + H_2O + 2e = Cl^- + 2OH^-$	0,88		$CuS + 2e = Cu + S^{2-}$	-0,71
	$ClO_3^- + 2H^+ + e = ClO_2 + H_2O$	1,15		$Cu(CN)_2^- + e = Cu + 2CN^-$	-0,43
	$ClO_4^- + 2H^+ + 2e = ClO_3^- + H_2O$	1,189		$Cu_2O + H_2O + 2e = 2Cu + 2OH^-$	-0,36
	$ClO_2 + 4H^+ + 4e = 2HCl + H_2O$	1,351		$Cu(OH)_2 + 2e = Cu + 2OH^-$	-0,22
	$Cl_2 + 2e = 2Cl^-$	1,3595		$CuI + e = Cu + I^-$	-0,185
	$ClO_4^- + 8H^+ + 8e = Cl^- + 4H_2O$	1,38		$Cu(NH_3)_2^+ + e = Cu + 2NH_3$	-0,12
	$2ClO_4^- + 16H^+ + 14e = Cl_2 + 8H_2O$	1,39		$Cu(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cu + 4NH_3$	-0,07
	$ClO_2 + 5H^+ + 5e = HCl + 2H_2O$	1,436		$Cu(NH_3)_4^{2+} + 2e = Cu(NH_3)_2^+ + 2NH_3$	-0,01
	$ClO_3^- + 6H^+ + 6e = Cl^- + 3H_2O$	1,451		$CuI_2^- + e = Cu + 2I^-$	0,00
	$2ClO_3^- + 12H^+ + 10e = Cl_2 + 6H_2O$	1,47		$CuBr + e = Cu + Br^-$	0,03
	$HClO + H^+ + 2e = Cl^- + H_2O$	1,494		$CuCl + e = Cu + Cl^-$	0,137
	$ClO_2 + 4H^+ + 5e = Cl^- + 2H_2O$	1,51		$Cu^{2+} + e = Cu^+$	0,153
	$2ClO_2 + 8H^+ + 8e = Cl_2 + 4H_2O$	1,549		$CuCl_2^- + e = Cu + 2Cl^-$	0,177
	$HClO_2 + 3H^+ + 4e = Cl^- + 2H_2O$	1,57		$2Cu^{2+} + H_2O + 2e = Cu_2O + 2H^+$	0,203
	$2HClO + 2H^+ + 2e = Cl_2 + 2H_2O$	1,63		$Cu^{2+} + 2e = Cu$	0,345
	$2HClO_2 + 6H^+ + 6e = Cl_2 + 4H_2O$	1,64		$Cu^{2+} + 2Cl^- + e = CuCl_2^-$	0,463
Co	β -$CoS + 2e = Co + S^{2-}$	-1,07		$Cu^+ + e = Cu$	0,520
	α -$CoS + 2e = Co + S^{2-}$	-0,90		$Cu^{2+} + Cl^- + e = CuCl$	0,538
Cu	$CuO + 2H^+ + 2e = Cu + H_2O$	0,570	Hg	$HgBr_4^{2-} + 2e = Hg + 4Br^-$	0,21

	$Cu(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Cu + 2H_2O$	0,609		$Hg_2Cl_2 + 2K^+ + 2e = 2Hg + 2KCl$ (тв)	0,2415
	$Cu^{2+} + Br^- + e = CuBr$	0,640		$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$	0,268
	$2CuO + 2H^+ + 2e = Cu_2O + H_2O$	0,669		$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$ (1M KCl)	0,28
	$Cu^{2+} + I^- + e = CuI$	0,86		$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$ (0,1M KCl)	0,334
	$Cu^{2+} + 2CN^- + e = Cu(CN)_2$	1,12		$HgCl_4^{2-} + 2e = Hg + 4Cl^-$	0,48
Dy	$Dy^{3+} + 3e = Dy$	-2,353		$Hg_2SO_4 + 2e = 2Hg + SO_4^{2-}$	0,6151
Eu	$Eu^{2+} + 2e = Eu$	-3,395		$Hg_2^{2+} + 2e = 2Hg$	0,788
	$Eu^{3+} + e = Eu^{2+}$	-0,429		$Hg^{2+} + 2e = Hg$	0,850
F	$F_2O + 2H^+ + 4e = 2F^- + H_2O$	2,1		$2Hg^{2+} + 2e = Hg_2^{2+}$	0,920
	$F_2 + 2e = 2F^-$	2,87		$HgO + 2H^+ + 2e = Hg + H_2O$	0,926
Fe	$FeS + 2e = Fe + S^{2-}$	-0,95	Ho	$Ho^{3+} + 3e = Ho$	-2,319
	$Fe(OH)_2 + 2e = Fe + 2OH^-$	-0,877	I	$IO_3^- + 2H_2O + 4e = IO^- + 4OH^-$	0,14
	$FeCO_3 + 2e = Fe + CO_3^{2-}$	-0,756		$2IO_3^- + 6H_2O + 10e = I_2 + 12OH^-$	0,21
	$Fe(OH)_3 + e = Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,56		$IO_3^- + 3H_2O + 6e = I^- + 6OH^-$	0,25
	$Fe^{2+} + 2e = Fe$	-0,440		$2IO^- + H_2O + 2e = I_2 + 4OH^-$	0,45
	$Fe_3O_4 + 8H^+ + 8e = 3Fe + 4H_2O$	-0,085		$IO^- + H_2O + 2e = I^- + 2OH^-$	0,49
	$Fe_2O_3 + H_2O + 2H^+ + 2e = 2Fe(OH)_2$	-0,057		$I_2 + 2e = 2I^-$	0,536
	$Fe_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Fe + 3H_2O$	-0,051		$I_3^- + 2e = 3I^-$	0,545
	$Fe(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Fe + 2H_2O$	-0,047		$IO_3^- + 2H_2O + 4e = IO^- + 4OH^-$	0,56
	$Fe^{3+} + 3e = Fe$	-0,037		$HIO + H^+ + 2e = I^- + H_2O$	0,99
	$Fe(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Fe + 3H_2O$	0,059		$2ICl_2^- + 2e = I_2 + 4Cl^-$	1,06
	$Fe(OH)_3 + H^+ + e = Fe(OH)_2 + H_2O$	0,271		$IO_3^- + 6H^+ + 6e = I^- + 3H_2O$	1,085
	$Fe(CN)_6^{3-} + e = Fe(CN)_6^{4-}$	0,356		$IO_3^- + 5H^+ + 4e = HIO + 2H_2O$	1,14
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$ (1M H_2SO_4)	0,68		$2IO_3^- + 12H^+ + 10e = I_2 + 6H_2O$	1,19
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$ (1M HCl)	0,70		$2HIO + 2H^+ + 2e = I_2 + 2H_2O$	1,45
	$Fe(CN)_6^{3-} + e = Fe(CN)_6^{4-}$ (1M HCl)	0,71		$H_5IO_6 + H^+ + 2e = IO_3^- + 3H_2O$	1,60
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$	0,771	Ir	$IrO_2 + 4H^+ + 4e = Ir + H_2O$	0,93
	$Fe_3O_4 + 8H^+ + 2e = 3Fe^{2+} + 4H_2O$	0,980		$Ir^{3+} + 3e = Ir$	1,15
Ga	$Ga^{3+} + 3e = Ga$	-0,53	K	$K^+ + e = K$	-2,924
Gd	$Gd^{3+} + 3e = Gd$	-2,397	La	$La^{3+} + 3e = La$	-2,522
Ge	$H_2GeO_3 + 4H^+ + 2e = Ge^{2+} + 3H_2O$	-0,363	Li	$Li^+ + e = Li$	-3,045
	$GeO_2 + 4H^+ + 4e = Ge + 2H_2O$	-0,15	Mg	$Mg(OH)_2 + 2e = Mg + 2OH^-$	-2,69
	$H_2GeO_3 + 4H^+ + 4e = Ge + 3H_2O$	-0,13		$Mg^{2+} + 2e = Mg$	-2,363
	$Ge^{2+} + 2e = Ge$	0,000		$Mg(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Mg + 2H_2O$	-1,862
H	$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$	-0,828	Mn	$MnCO_3 + 2e = Mn + CO_3^{2-}$	-1,48
	$2H^+ + 2e = H_2$	0,0000		$Mn^{2+} + 2e = Mn$	-1,18
	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e = 2H_2O$	1,776		$Mn(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Mn + 2H_2O$	-0,727
Hf	$Hf^{4+} + 4e = Hf$	-1,70		$MnO_4^- + e = MnO_4^{2-}$	0,564
	$HfO_2 + 4H^+ + 4e = Hf + 2H_2O$	-1,57		$MnO_4^- + 2H_2O + 3e = MnO_2 + 4OH^-$	0,60
Hg	$HgS + 2e = Hg + S^{2-}$	-0,69		$MnO_2 + 4H^+ + 2e = Mn^{2+} + 2H_2O$	1,228
	$Hg(CN)_4^{2-} + 2e = Hg + 4CN^-$	-0,37		$Mn_2O_3 + 6H^+ + 2e = 2Mn^{2+} + 3H_2O$	1,443
	$Hg_2I_2 + 2e = 2Hg + 2I^-$	-0,041		$MnO_4^- + 8H^+ + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O$	1,507
	$HgI_4^{2-} + 2e = Hg + 4I^-$	-0,04		$Mn^{3+} + e = Mn^{2+}$ (8M H_2SO_4)	1,509
	HgO(красная) $+ H_2O + 2e = Hg + 2OH^-$	0,098		$MnO_4^- + 4H^+ + 3e = MnO_2 + 2H_2O$	1,692
	$Hg_2Br_2 + 2e = 2Hg + 2Br^-$	0,140		$MnO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = MnO_2 + 2H_2O$	2,257
Mo	$H_2MoO_4 + 2H^+ + 2e = MoO_2 + 2H_2O$	-1,091	Nd	$Nd^{3+} + 3e = Nd$	-2,431

	$MoO_4^{2-} + 4H_2O + 6e = Mo + 8OH^-$	-1,05	Ni	γ-NiS + 2e = Ni + S^{2-}	-1,04
	$Mo^{3+} + 3e = Mo$	-0,200		α-NiS + 2e = Ni + S^{2-}	-0,83
	$MoO_2 + 4H^+ + 4e = Mo + 2H_2O$	-0,072		$Ni(OH)_2 + 2e = Ni + 2OH^-$	-0,72
	$MoO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = Mo + 4H_2O$	0,154		$Ni(NH_3)_6^{2+} + 2e = Ni + 6NH_3$	-0,49
	$MoO_3 + 2H^+ + 2e = MoO_2 + H_2O$	0,320		$NiCO_3 + 2e = Ni + CO_3^{2-}$	-0,45
	$MoO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = MoO_2 + 2H_2O$	0,606		$Ni^{2+} + 2e = Ni$	-0,25
N	$3N_2 + 2\bar{e} = 2N_3^-$	-3,4		$Ni(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Ni + 2H_2O$	0,110
	$3N_2 + 2H^+ + 2\bar{e} = 2HN_3$	-3,1		$NiO + 2H^+ + 2e = Ni + H_2O$	0,116
	$N_2 + 4H_2O + 2\bar{e} = 2NH_2OH + 2OH^-$	-3,04		$NiO_2 + 4H^+ + 2e = Ni^{2+} + 2H_2O$	1,68
	$N_2 + 4H_2O + 4\bar{e} = N_2H_4 + 4OH^-$	-1,16	O	$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$	0,401
	$N_2 + 8H_2O + 6\bar{e} = 2NH_4OH + 6OH^-$	-0,74		$O_2 + 2H^+ + 2e = H_2O_2$	0,682
	$NO_2^- + H_2O + \bar{e} = NO + 2OH^-$	-0,46		$H_2O_2 + 2e = 3OH^-$	0,88
	$NO_2^- + 6H_2O + 6\bar{e} = NH_4OH + 7OH^-$	-0,15		$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$	1,229
	$NO_3^- + 2H_2O + 3\bar{e} = NO + 4OH^-$	-0,14		$O_3 + H_2O + 3e = O_2 + 2OH^-$	1,24
	$NO_3^- + 7H_2O + 8\bar{e} = NH_4OH + 9OH^-$	-0,12		$O_3 + 6H^+ + 6e = 3H_2O$	1,511
	$NO_3^- + H_2O + 2\bar{e} = NO_2^- + 2OH^-$	0,01		$H_2O_2 + 2H^+ + 2e = 2H_2O$	1,776
	$N_2 + 6H^+ + 6\bar{e} = 2NH_3$	0,057		$O_3 + 2H^+ + 2e = O_2 + H_2O$	2,07
	$N_2H_4 + 4H_2O + 2\bar{e} = 2NH_4OH + 2OH^-$	0,1	Os	$OsO_2 + 2H_2O + 4e = Os + 4OH^-$	-0,15
	$N_2 + 8H^+ + 6\bar{e} = 2NH_4^+$	0,275		$OsCl_6^{3-} + e = Os^{2+} + 6Cl^-$	0,4
	$2NO_2^- + 4H_2O + 6\bar{e} = N_2 + 8OH^-$	0,41		$OsO_4 + 8H^+ + 8e = Os + 4H_2O$	0,85
	$NH_2OH + 2H_2O + 2\bar{e} = NH_4OH^- + 2OH^-$	0,42		$OsCl_6^{2-} + e = OsCl_6^{3-}$	0,85
	$2NO_2 + 4H_2O + 8e = N_2 + 8OH^-$	0,53		$Os^{2+} + 2e = Os$	0,85
	$NO_3^- + 2H^+ + e = NO_2 + H_2O$	0,78		$OsO_4 + 4H^+ + 4e = OsO_2 + 2H_2O$	0,96
	$NO_3^- + 2H^+ + e = NO_2 + H_2O$	0,80	P	$H_2PO_2^- + e = P + 2OH^-$	-2,05
	$2NO + 2H_2O + 4e = N_2 + 4OH^-$	0,85		$HPO_3^{2-} + 2H_2O + 2e = H_2PO_2^- + 3OH^-$	-1,57
	$HNO_2 + 7H^+ + 6e = NH_4^+ + 2H_2O$	0,864		$PO_4^{3-} + 2H_2O + 2e = HPO_3^{2-} + 3OH^-$	-1,12
	$NO_3^- + 10H^+ + 8e = NH_4^+ + 3H_2O$	0,87		$2H_3PO_4 + 2H^+ + 2e = H_4P_2O_6 + 2H_2O$	-0,94
	$2NO_2 + 2e = 2NO_2^-$	0,88		$P + 3H_2O + 3e = PH_3 + 3OH^-$	-0,89
	$N_2O + H_2O + 2e = N_2 + 2OH^-$	0,94		$H_3PO_2 + H^+ + e = P + 2H_2O$	-0,51
	$NO_3^- + 3H^+ + 2e = HNO_2 + 2H_2O$	0,94		$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P(бел) + 3H_2O$	-0,502
	$NO_3^- + 4H^+ + 3e = NO + 2H_2O$	0,957		$H_3PO_3 + 3H^+ + 2e = H_3PO_2 + H_2O$	-0,50
	$NO_3^- + 4H^+ + 3e = NO + 2H_2O$	0,96		$H_3PO_3 + 3H^+ + 3e = P(кр) + 3H_2O$	-0,454
	$HNO_2 + H^+ + e = NO + H_2O$	1,00		$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P(бел) + 4H_2O$	-0,411
	$NO_2 + 2H^+ + 2e = NO + H_2O$	1,03		$H_3PO_4 + 4H^+ + 4e = H_3PO_2 + 2H_2O$	-0,39
	$NO_2 + H^+ + e = HNO_2$	1,09		$H_3PO_4 + 5H^+ + 5e = P(кр) + 4H_2O$	-0,383
	$2NO_3^- + 10H^+ + 8e = N_2O + 5H_2O$	1,116		$H_3PO_4 + 2H^+ + 2e = H_3PO_3 + H_2O$	-0,276
	$2NO_3^- + 12H^+ + 10e = N_2 + 6H_2O$	1,246		$H_3PO_3 + 2H^+ + 2e = H_3PO_2 + H_2O$	-0,50
	$2HNO_2 + 4H^+ + 4e = N_2O + 3H_2O$	1,297		$P + 3H^+ + 3e = PH_3$	0,06
	$2NO_2 + 8H^+ + 8e = N_2 + 4H_2O$	1,36		$H_4P_2O_6 + 2H^+ + 2e = 2H_3PO_3$	0,38
	$2HNO_2 + 6H^+ + 6e = N_2 + 4H_2O$	1,45	Pb	$PbS + 2e = Pb + S^{2-}$	-0,93
	$2NO + 4H^+ + 4e = N_2 + 2H_2O$	1,678		$PbO + H_2O + 2e = Pb + 2OH^-$	-0,58
	$N_2O + 2H^+ + 2e = N_2 + H_2O$	1,766		$PbCO_3 + 2e = Pb + CO_3^{2-}$	-0,506
Na	$Na^+ + e = Na$	-2,714		$PbI_2 + 2e = Pb + 2I^-$	0,365
Pb	$PbSO_4 + 2e = Pb + SO_4^{2-}$	-0,3563	S	$S + 2H^+ + 2e = H_2S$	0,141

	$PbF_2 + 2e = Pb + 2F^-$	-0,350		$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = H_2SO_3 + H_2O$	0,17
	$PbBr_2 + 2e = Pb + 2Br^-$	-0,280		$SO_3^{2-} + 6H^+ + 6e = S^{2-} + 3H_2O$	0,231
	$PbCl_2 + 2e = Pb + 2Cl^-$	-0,268		$2SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e = S_2O_3^{2-} + 5H_2O$	0,29
	$Pb^{2+} + 2e = Pb$	-0,126		$SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e = H_2S + 4H_2O$	0,311
	$PbO_3^{2-} + H_2O + 2e = PbO_2^{2-} + 2OH^-$	0,2		$SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = S + 4H_2O$	0,357
	$PbO + 2H^+ + 2e = Pb + H_2O$	0,248		$2H_2SO_3 + 2H^+ + 4e = S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	0,40
	$Pb(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Pb + H_2O$	0,277		$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e = S + 3H_2O$	0,449
	$PbO_2 + H_2O + 2e = PbO + 2OH^-$	0,28		$S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 4e = 2S + 3H_2O$	0,5
	$Pb_3O_4 + 2H^+ + 2e = 3PbO + H_2O$	0,972		$2SO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	0,705
	$PbO_2 + 4H^+ + 2e = Pb^{2+} + 2H_2O$	1,449-1,455		$S_2O_8^{2-} + 2e = 2SO_4^{2-}$	2,01
	$PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = PbSO_4 + 2H_2O$	1,685	Sb	$SbO_2^- + 2H_2O + 3e = Sb + 4OH^-$	-0,675
	$Pb^{4+} + 2e = Pb^{2+}$	1,694		$Sb + 3H^+ + 3e = SbH_3$	-0,51
Pd	$Pd(OH)_2 + 2e = Pd + 2OH^-$	0,07		$SbO_3^- + H_2O + 2e = SbO_2^- + 2OH^-$	-0,43
	$PdI_6^{2-} + 2e = PdI_4^{2-} + 2I^-$	0,623		$Sb_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Sb + 3H_2O$	0,152
	$PdCl_4^{2-} + 2e = Pd + 4Cl^-$	0,623		$SbO^+ + 2H^+ + 3e = Sb + H_2O$	0,212
	$PdO + 2H^+ + 2e = Pd + H_2O$	0,896		$SbO_3^- + 2H^+ + 3e = SbO_2^- + H_2O$	0,353
	$PdCl_6^{2-} + 4e = Pd + 6Cl^-$	0,96		$SbO_2^- + 4H^+ + 3e = Sb + 2H_2O$	0,446
	$Pd^{2+} + 2e = Pd$	0,987		$Sb_2O_5 + 6H^+ + 4e = 2SbO^+ + 3H_2O$	0,581
	$PdBr_6^{2-} + 2e = PdBr_4^{2-} + 2Br^-$	0,993		$Sb_2O_5 + 4H^+ + 4e = Sb_2O_3 + 2H_2O$	0,671
	$PdO_2 + 2H^+ + 2e = PdO + H_2O$	1,283	Sc	$Sc^{3+} + 3e = Sc$	-2,077
	$PdCl_6^{2-} + 2e = PdCl_4^{2-} + 2Cl^-$	1,288	Se	$Se + 2e = Se^{2-}$	-0,92
Pt	$PtS + 2e = Pt + S^{2-}$	-0,95		$Se + 2H^+ + 2e = H_2Se$	-0,40
	$PtS_2 + 2e = PtS + S^{2-}$	-0,64		$SeO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = Se + 6OH^-$	-0,366
	$Pt(OH)_2 + 2e = Pt + 2OH^-$	0,15		$SeO_4^{2-} + H_2O + 2e = SeO_3^{2-} + 2OH^-$	0,05
	$PtI_6^{2-} + 2e = PtI_4^{2-} + 2I^-$	0,393		$H_2SeO_3 + 4H^+ + 4e = Se + 3H_2O$	0,741
	$PtBr_4^{2-} + 2e = Pt + 4Br^-$	0,58		$SeO_4^{2-} + 4H^+ + 2e = H_2SeO_3 + H_2O$	1,15
	$PtBr_6^{2-} + 2e = PtBr_4^{2-} + 2Br^-$	0,59	Si	$SiO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = Si + 6OH^-$	-1,7
	$PtCl_6^{2-} + 2e = PtCl_4^{2-} + 2Cl^-$	0,720		$SiF_6^{2-} + 4e = Si + 6F^-$	-1,2
	$PtCl_4^{2-} + 2e = Pt + 4Cl^-$	0,73		$SiO_3^{2-} + 6H^+ + 4e = Si + 3H_2O$	-0,455
	$Pt(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Pt + 2H_2O$	0,980		$Si + 4H^+ + 4e = SiH_4$	0,102
	$PtO_2 + 2H^+ + 2e = Pt(OH)_2$	1,045	Sn	$SnS + 2e = Sn + S^{2-}$	-0,94
	$Pt^{2+} + 2e = Pt$	1,188		$Sn(OH)_6^{2-} + 2e = HSnO_2^- + H_2O + 3OH^-$	-0,93
Ra	$Ra^{2+} + 2e = Ra$	-2,925		$HSnO_2^- + H_2O + 2e = Sn + 3OH^-$	-0,91
Rb	$Rb^+ + e = Rb$	-2,925		$SnF_6^{2-} + 4e = Sn + 6F^-$	-0,25
	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e = SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0,93		$Sn^{2+} + 2e = Sn$	-0,136
	$2SO_4^{2-} + 5H_2O + 8e = S_2O_3^{2-} + 10OH^-$	-0,76		$SnO_2 + 2H^+ + 2e = SnO + H_2O$	-0,108
	$SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S + 6OH^-$	-0,66		$SnO_2 + 4H^+ + 4e = Sn + 2H_2O$	-0,106
	$2SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S_2O_3^{2-} + 6OH^-$	-0,58		$SnO + 2H^+ + 2e = Sn + H_2O$	-0,104
	$S_2^{2-} + 2e = 2S^{2-}$	-0,524		$Sn(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Sn + 2H_2O$	-0,091
S	$S + 2e = S^{2-}$	-0,48		$SnCl_6^{2-} + 2e = SnCl_4^{2+} + 2Cl^-$	0,14
	$2S + 2e = S_2^{2-}$	-0,476		$Sn^{4+} + 2e = Sn^{2+}$	0,151
	$S + H^+ + 2e = HS^-$	-0,065	Sr	$Sr^{2+} + 2e = Sr$	-2,888
	$S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 8e = 2S^{2-} + 3H_2O$	-0,006	Te	$Te + 2e = Te^{2-}$	-1,14
	$S_4O_6^{2-} + 2e = 2S_2O_3^{2-}$	0,08		$Te + 2H^+ + 2e = H_2Te$	-0,72
	$SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e = S^{2-} + 4H_2O$	0,149		$TeO_3^{2-} + 2H_2O + 4e = Te + 6OH^-$	-0,57
	$TeO_2 + 4H^+ + 4e = Te + 2H_2O$	0,529		$V^{2+} + 2e = V$	-1,175

	$TeO_4^{2-} + 2H^+ + 2e = TeO_3^{2-} + H_2O$	0,892		$V^{3+} + e = V^{2+}$	-0,255
	$H_6TeO_6 + 2H^+ + 2e = TeO_2 + 4H_2O$	1,02		$VO_2^+ + 4H^+ + 5e = V + 2H_2O$	-0,25
Ti	$Ti^{2+} + 2e = Ti$	-1,63		$VO_2^{2+} + e = VO^+$	-0,044
	$TiO + 2H^+ + 2e = Ti + H_2O$	-1,306		$VO_2^+ + 4H^+ + 3e = V^{2+} + 2H_2O$	0,360
	$TiF_6^{2-} + 4e = Ti + 6F^-$	-1,19	V	$V_2O_5 + 6H^+ + 2e = 2VO^{2+} + 3H_2O$	0,958
	$TiO_2 + 4H^+ + 4e = Ti + 2H_2O$	-0,86		$VO_2^+ + 2H^+ + e = VO^{2+} + H_2O$	1,004
	TiO_2(рутил) $+ H^+ + 4e = Ti^{3+} + 2H_2O$	-0,666		$VO_4^{3-} + 6H^+ + 2e = VO^+ + 3H_2O$	1,256
	TiO_2(рутил) $+ 2H^+ + 4e = Ti^{2+} + 2H_2O$	-0,502		$H_2VO_4^- + 4H^+ + e = VO^{2+} + 3H_2O$	1,314
	$Ti^{3+} + e = Ti^{2+}$	-0,368		$WO_4^{2-} + 4H_2O + 6e = W + 8OH^-$	-1,05
	$Ti^{4+} + e = Ti^{3+}$ (5M H_3PO_4)	-0,15	W	$WO_2 + 4H^+ + 4e = W + 2H_2O$	-0,119
	$TiO^{2+} + 2H^+ + 2e = Ti^{2+} + H_2O$	-0,135		$WO_3 + 6H^+ + 6e = W + 3H_2O$	-0,09
	$TiO^{2+} + 2H^+ + e = Ti^{3+} + H_2O$	0,10		$W_2O_5 + 2H^+ + 2e = 2WO_2 + H_2O$	-0,031
Tl	$Tl_2S + 2e = 2Tl + S^{2-}$	-0,93		$2WO_3 + 2H^+ + 2e = W_2O_5 + H_2O$	-0,029
	$TlI + e = Tl + I^-$	-0,753		$WO_4^{2-} + 8H^+ + 6e = W + 4H_2O$	0,049
	$TlBr + e = Tl + Br^-$	-0,658		$2WO_4^{2-} + 6H^+ + 2e = W_2O_5 + 3H_2O$	0,801
	$TlCl + e = Tl + Cl^-$	-0,557		$ZnS + 2e = Zn + S^{2-}$	-1,405
	$TlOH + e = Tl + OH^-$	-0,344	Zn	$Zn(CN)_4^{2-} + 2e = Zn + 4CN^-$	-1,26
	$Tl^+ + e = Tl$	-0,3363		$Zn(OH)_2 + 2e = Zn + 2OH^-$	-1,245
	$Tl(OH)_3 + 2e = TlOH + 2OH^-$	-0,05		$Zn(OH)_4^{2-} + 2e = Zn + 4OH^-$	-1,22
	$Tl_2O_3 + 3H_2O + 4e = 2Tl^+ + 6OH^-$	0,02		$ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2e = Zn + 4OH^-$	-1,216
	$TlOH + H^+ + e = Tl + H_2O$	0,778		$ZnCO_3 + 2e = Zn + CO_3^{2-}$	-1,06
	$Tl^{3+} + 2e = Tl^+$	1,252		$Zn(NH_3)_4^{2+} + 2e = Zn + 4NH_3$	-1,04
U	$UO_2 + 2H_2O + 4e = U + 4OH^-$	-2,39		$Zn^{2+} + 2e = Zn$	-0,763
	$U^{3+} + 3e = U$	-1,798		$ZnO_2^{2-} + 4H^+ + 2e = Zn + 2H_2O$	0,441
	$U^{4+} + e = U^{3+}$	-0,607		$ZrO^{2+} + 2H^+ + 4e = Zr + H_2O$	-1,570
	$UO_2^{2+} = UO_2^+$	0,05	Zr	$ZrO_2 + 4H^+ + 4e = Zr + 2H_2O$	-1,553
	$UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e = U^{4+} + 2H_2O$	0,334		$Zr^{4+} + 4e = Zr$	-1,539
	$UO_2^+ + 4H^+ + e = U^{4+} + 2H_2O$	0,62			

Список литературы

Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия.: учебник 5-е изд. Изд-во Книжный дом «Либроком» 2015. 592 с.

Глинка Н.Л. Общая химия.: учебник / под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. 18-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2011. 886 с.

Глинка Н.Л. Общая химия. Задачи и упражнения: учебно-практическое пособие. Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2014. 240 с.

Хомченко И.Г. Общая химия. Сборник задач и упражнений. Изд-во «Новая волна», 2011. 256 с.

Учебное издание

Наталья Анатольевна Зайцева, Ирина Альбертовна Низова

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ ПО КУРСУ «ХИМИЯ»

ЧАСТЬ II

Окислительно-восстановительные реакции

Учебное пособие

Редактор изд-ва

Компьютерная верстка Н.*А.Зайцевой*

Подписано в печать .Бумага писчая. Формат 60×84 1/16.
Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman.
Печ. л. Уч.-изд. л. 1,0 .Тираж 100 .Заказ

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ЧАСТЬ 1

Б1.О.14 ХИМИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: **Зайцева Н. А.** ., к.х.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Химии	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Амдур А. М.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 08.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение ……..….. 4
Общие правила работы в химической лаборатории ……..…… 7
Правила техники безопасности при работе с химическими реактивами ……. 7
Оказание первой медицинской помощи ……. 8
Оформление лабораторного журнала ……. 8
1. Периодичность изменения свойств оксидов и гидроксидов …….. 9
1.1. Экспериментальная часть ……. 11
1.2. Контрольные вопросы и задания ……. 12
2. Химическая кинетика …… 14
2.1. Экспериментальная часть …….. 16
2.2. Контрольные вопросы и задания …….. 18
3. Химическое равновесие …… 19
3.1. Экспериментальная часть ……. 20
3.2. Контрольные вопросы и задания ……. 21
4. Ионные равновесия в растворах электролитов ……..… 23
4.1. Экспериментальная часть …… 25
4.2. Контрольные вопросы и задания …… 26
5. Реакции ионного обмена …… 27
5.1. Экспериментальная часть …… 29
5.2. Контрольные вопросы и задания …… 31
6. Гидролиз солей …… 32
6.1. Экспериментальная часть …… 34
6.2. Контрольные вопросы и задания …… 35
Список литературы ……. 37

ВВЕДЕНИЕ

Горные инженеры, геологи и геофизики сталкиваются с самыми разнообразными явлениями природы, химическими по своей сущности: быстрой выветриваемостью, окисляемостью, различной смачиваемостью горных пород, с особенностями воздушной среды под землей, с обводненностью горных выработок, агрессивностью рудничных вод. Поэтому им требуются более глубокие знания по химии, чем любому другому специалисту. Инженеры горнодобывающей отрасли способны справиться с современными задачами горно-металлургической и горно-химической промышленности только зная весь путь от разведки полезного ископаемого до его переработки. Физико-химическая некомпетентность горных инженеров и геологов является причиной недостатков в развитии горной науки, техники и технологии, бедственного экологического положения горных предприятий.

Роль химии в подготовке инженеров непрерывно возрастает в связи с необходимостью решения задач по снижению уровня потерь полезных компонентов и увеличению комплексности использования руд, рациональному применению вскрышных пород, очистке и использованию шахтных вод и сточных вод обогатительных фабрик, защите от коррозии бурового и горнодобывающего оборудования, заблаговременной дегазации угольных месторождений, применению физико-химических методов упрочнения грунтов, геотехнологическим методам добычи полезных ископаемых.

В горном деле широко применяются химические материалы: химические растворы при бурении и тампонаже скважин, взрывчатые вещества при отбойке угля, руды и породы, химические добавки, препятствующие распыление угля и налипанию льда на конвейерную ленту, материалы для покрытия из пены, предохраняющей от промерзания участка разработки, компоненты для отвердевания закладочных смесей, огнетушащие составы, синтетические смолы для укрепления горных пород, реагенты для флотации и обогащения руд и большой ассортимент таких обычных химикатов как горючие и смазочные материалы, цемент, стекло, керамика, гидро-, термо- и электроизоляционные материалы, лаки, краски, пластмассы, резина.

Еще благодаря усилиям Д.И. Менделеева, химию, как одну из фундаментальных дисциплин, стали преподавать во всех высших школах России. Химия вместе с физикой и математикой составляет основу профессиональной подготовки специалистов высокой квалификации.

Будущие специалисты должны получить такой комплекс знаний по химии, который составит базу для успешного освоения последующих дисциплин и правильного использования материалов, применяемых в технике.

Теоретические разделы химии, такие как строение электронных оболочек атомов, основные виды химических связей, химическая кинетика и равновесие, окислительно-восстановительные потенциалы, водородный показатель, произведение растворимости, свойства комплексных соединений, позволяет правильно ориентироваться в вопросах, связанных непосредственно со свойствами и превращениями минералов и горных пород.

Горные породы и руды состоят из минералов. К минералам относят природные химические соединения. Неорганические минералы подразделяются на минеральные типы, названия которым присваиваются согласно классификации неорганических веществ и их номенклатуре. По химическому составу минералы подразделяют на:

а) простые вещества (металлы, неметаллы),

б) карбиды, нитриды, фосфиды, сульфиды, арсениды, селениды, оксиды, гидроксиды, галогениды и др.,

в) соли кислородержащих кислот (силикаты, фосфаты, арсенаты, ванадаты, бораты, карбонаты, сульфаты, нитраты, вольфраматы, молибдаты, хроматы, иодаты и др.).

Основа химической н о м е н к л а т у р ы - русские названия химических элементов, приведенные в периодической системе Д.И. Менделеева, которые не всегда совпадают с латинскими названиями, например, гидрогениум - водород, оксигениум - кислород.

К неметаллам относят:

He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, F, Cl, Br, J, At, O, S, Se, Te, N, P, As, C, Si, B, H, остальные элементы - металлы.

Названия простых веществ состоят их одного слова - наименования химического элемента с числовой приставкой, например: O_3 - трикислород, P_4 - тетрафосфор, S_8 - октасера.

Используют также числовые приставки:

1 - моно	7 - гепта
2 - ди	8 - окта
3 - три	9 - нона
4 - тетра	10 - дека
5 - пента	11 - ундека
6 - гекса	12 - додека

В химических формулах сложных вещество на первом месте (слева) всегда записывают формульные обозначения электроположительных составляющих, а за ними указывают формульные обозначения электроотрицательных составляющих. Например, PCl_3.

Названия сложных веществ составляются по их химических формулам справа налево. Они складываются из двух слов - названий электроотрицательных составляющих (условных или реальных катионов) в именительном падеже и электроположительных составляющих (условных или реальных катионов) в родительном падеже, например: PCl_3 - трихлорид фосфора, CO - монооксид углерода.

Названия одноэлементных анионов оканчивается на -ид, а названия многоэлементных анионов - на -ат.

Для построения названий сложных веществ используются корни (иногда усеченные) русских названий элементов, например, бериллий - бериллат, молибден - молибдат, фосфор - фосфид и фосфат. Традиционно применяются корни латинских названий для элементов: серебро, мышьяк, золото, углерод, медь, железо, ртуть, марганец, азот, никель, свинец, сера, сурьма, кремний, олово:

Ag - аргентат	N - нитрид, нитрат
As - арседид, арсенат	Ni - николат
Au – аурат	Pb - плюмбат
C - карбид, карбонат	S - сульфид, сульфат
Cu - купрат	Sb - стибид (антимонид), стибат
Fe - феррат	Si - силицид, силикат
Hg – меркурат	Sn - станнат
Mn - манганат	

В названиях сложных веществ употребляются как числовые приставки, так и степени окисления катиона (обычно металлического) при точно известном заряде аниона, например, P_4O_{10} - декаоксид тетрафосфора, V_2O_5 - оксид ванадия (V), $Bi(OH)_3$ - гидроксид висмута (III).

Названия кислот и кислотных остатков приводятся в учебном пособии [1]. Названия кислотных остатков используют построении названий солей. Соли - продукты реакций нейтрализации. Соли, содержащие кислотные остатки с незамещенными атомами водорода, - к и с л ы е соли. Соли, содержащие гидроксид-ионы, называют о с н о в н ы м и солями.

$Ca(H_2PO_4)_2$ - дигидрофосфат кальция

$KHSO_4$ - гидросульфат калия

$FeOH(NO_3)_2$ - гидроксонитрат железа (III)

$(CaOH)_2SO_4$ - гидроксосульфат кобальта (II)

$Cu_2CO_3(OH)_2$ - дигидроксид-карбонат димеди

Если соли содержат два разных катиона, то их называют д в о й н ы м и.

$KAl(SO_4)_2$ - сульфат алюминия-калия

$CaMg(CO_3)_2$ - карбонат магния-кальция

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Прежде чем приступить к работе по данной теме, следует изучить ее по описанию, уяснить цель задания и план его выполнения.

Не загромождайте рабочее место портфелями, свертками, сумками, перчатками и т.п. Для них отведены специальные этажерки. На рабочем столе должны находиться только необходимые приборы и лабораторный журнал.

Работайте тщательно, аккуратно, без лишней торопливости, соблюдайте в лаборатории тишину.

Внимательно наблюдайте за ходом опыта, отмечая и записывая каждую его особенность.

Категорически запрещается в лаборатории принимать пищу, пробовать химические вещества на вкус.

Без указания преподавателя не проводите никаких дополнительных опытов.

После окончания работы вымойте использованную посуду, выключите воду, электрические приборы и приведите в порядок рабочее место.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКТИВАМИ

Для выполнения работ в лаборатории имеется определенный набор химических реактивов, часть которых размещается на лабораторных столах (водные растворы солей), а остальные - концентрированные и разбавленные кислоты и щелочи, сухие соли, дурно пахнущие вещества - в вытяжных шкафах.

При использовании реактивов следует соблюдать следующие правила:

1. Не разрешается уносить реактивы из вытяжного шкафа на рабочее

место.

2. Сухие реактивы набирают чистым шпателем или ложечкой.

3. Для проведения опыта в пробирке брать сухое вещество в количестве, закрывающем дно пробирки, а раствора - не более 1/6 ее объема.

4. Избыток реактива нельзя высыпать (выливать) обратно в те склянки, из которых они были взяты.

5. Не следует путать пробирки от разных склянок. Крышки и пробки кладут на стол поверхностью, не соприкасающейся с реактивом.

6. При нагревании растворов в пробирке держать ее таким образом, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону от работающего и его соседей по рабочему месту.

7. При разбавлении концентрированных кислот вливать кислоту в воду, а не наоборот.

8. Остатки растворов, содержащих кусочки металлов, собирают в специальные склянки, находящиеся в вытяжных шкафах.

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

При порезах стеклом удаляют осколки из раны, смазывают края раны раствором йода и перевязывают бинтом.

При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место обрабатывают раствором перманганата калия, накладывают мазь от ожога.

При ожогах кислотами сразу промывают обожженное место большим количеством воды, а затем 3%-ным раствором гидрокарбоната натрия.

При ожогах едкими щелочами хорошо и обильно промыть обожженное место проточной водой, затем разбавленным раствором уксусной кислоты и опять водой.

При попадании кислоты или щелочи в глаза немедленно промыть глаза в течение трех минут большим количеством воды, а затем раствором гидрокарбоната натрия или борной кислоты.

ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ЖУРНАЛА

Каждый студент должен иметь лабораторный журнал - отдельную тетрадь для записей.

В лабораторном журнале студент выполняет отчеты по лаборатор-

ным работам, домашние задания, решает задачи, отвечает на контрольные вопросы.

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе студент заносит в лабораторный журнал непосредственно после выполнения опыта.

Отчеты по выполненным лабораторным работам должны содержать:

1) название лабораторной работы,
2) названия всех проделанных опытов,
3) после названия опыта записывается уравнение проделанной реакции, в котором указываются осадки (↓) и их окраска, газы (↑), изменения окраски растворов,
4) задания, указанные в методическом руководстве,
5) выводы по каждому опыту и общий вывод по работе.

1. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ОКСИДОВ И ГИДРОКСИДОВ

Цель работы - изучение изменения кислотно-основных свойств гидроксидов в периодах и группах периодической системы Д.И. Менделеева.

Периодическая система Д.И. Менделеева - естественная система химических элементов, созданная на основе периодического закона.

Положение элемента в периодической системе определяет физико-химические свойства соответствующих им простых веществ и химических соединений.

Периодичность свойств химических соединений удобно проследить на примере оксидов и гидроксидов. Оксиды и гидроксиды относятся к основным породообразующим минералам, они широко распространены и составляют 17% от массы земной коры.

В табл.1.1. приведены наиболее часто встречающиеся реакции взаимодействия оксидов и гидроксидов с водой.

Кислотно-основные свойства соединений можно объяснить на основе электростатических представлений. Ослабление основных и усиление кислотных свойств гидроксидов связано с изменением поляризующего действия элемента, образующего гидроксид, на группу OH^-. Поляризующее действие катиона сильно зависит от его строения и может быть охарактеризовано следующими закономерностями:

1) Поляризующее действие иона очень быстро возрастает с увеличением его заряда;

Таблица 1.1

Кислотно-основные реакции оксидов и гидроксидов

Тип оксида (гидроксида)	Типичная реакция
Сильно - кислый	$SO_{3(г)} + H_2O = SO_4^{2-}(р) + 2H^+(р)$
Слабо - кислый	$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow HCO_3^-(р) + H^+(р)$
Амфотерный	$Zn(OH)_{2(к)} \Rightarrow \left\vert \begin{array}{l} \xrightarrow{H^+(р)} \quad Zn^{2+}(р) + H_2O \\ \xrightarrow{OH^-(р)} \quad [Zn(OH)_4]^{2-}(р) \end{array} \right.$
Слабо - основной	$Fe(OH)_{2(к)} \Leftrightarrow FeOH^+(р) + OH^-(р)$
Сильно - основной	$Li_2O_3 + H_2O = 2Li^+(р) + 2OH^-(р)$

2) большое значение имеет строение внешней электронной оболочки, по этому признаку катионы разделяются на ионы с незаконченным внешним слоем, переходным от 8-электронного и 18-электронному (Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}) и ионы с 18-электронным внешним слоем (Zn^{2+}, Ag^+);

3) при сходном строении внешней электронной оболочки и равном заряде поляризующее действие иона возрастает по мере уменьшения его радиуса.

Итак, ослабление основных и усиление кислотных свойств гидрооки-сей связано с увеличением поляризующего действия катиона, т.е. с убыванием его радиуса и возрастанием положительной степени окисления, а также с увеличением числа внешних электронов. Например, если катион имеет малый заряд сравнительно большой радиус, его электростатическое притяжение к группе OH^- невелико и OH^- выступает в гидроксиде как единое целое. Поэтому типичными основаниями являются гидроксиды элементов, находящихся в главных подгруппах I и II групп периодической системы (KOH, NaOH), а также NH_4OH.

По мере увеличения поляризующего действия катиона возрастает ковалентность связей элемент-кислород и усиливается ионный характер связей O ─ H. Основные свойства гидроксидов ослабляются и появляются кислотные свойства. Из элементов II группы бериллий и цинк дают амфо-

дают атмосферные гидроксиды, в (III) группе амфотерны гидроксиды алюминия, галлия, индия. Амфотерность характерна для большинства элементов четвертой группы периодической системы.

Когда катион имеет большой положительный заряд и малый радиус (что типично для неметаллов), усиление его поляризующего действия приводит к тому, что водород становится подвижным и преобладает диссоциация по кислотному типу. Среди элементов третьей группы гидроксид бора - типичная кислота. В четвертой группе кислотами являются гидроксиды углерода и кремния, однако, эти кислоты еще очень слабые. Гидроксиды многих элементов с максимальной степенью окисления пятой, шестой, седьмой групп - сильные кислоты.

Способность веществ к взаимодействию определяется изменением изобарно-изотермического потенциала (ΔG) химической реакции. Чем меньше алгебраическая величина энергии Гиббса химического процесса, тем больше вероятность ее протекания в данном направлении.

$2Al(OH)_{3(к)} + Na_2O_{(к)} = 2NaAlO_{2(к)} + 3H_2O$; ΔG^0_{298} = - 153 кДж/моль

$2H_3BO_{3(к)} + Na_2O_{(к)} = 2NaBO_{2(к)} + 3H_2O$; ΔG^0_{298} = - 277 кДж/моль

Увеличение отрицательного значения ΔG^0_{298} свидетельствует об усилении кислотных свойств гидроксида бора H_3BO_3.

1.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Гидроксиды магния и кальция

Поместите в пробирку небольшое количество оксида магния или кальция и прибавьте 5 мл воды. Взболтайте содержимое пробирки и испытайте реакцию среды 1-2 каплями фенолфталеина. Составьте уравнение реакции взаимодействия оксида с водой. Сделайте вывод о характере гидроксида.

ОПЫТ 2. Получение и свойства гидроксида алюминия

В пробирку налейте 2 мл раствора соли алюминия и прибавьте примерно такой же объем раствора гидроксида аммония. Содержимое пробирки распределите в две пробирки. В одну из пробирок при взбалтывании прилейте по каплям разбавленный раствор серной кислоты до полного рас-

творения осадка. Во вторую пробирку прилейте разбавленный раствор гидроксида натрия также до полного растворения осадка. Составить уравнение реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида алюминия.

ОПЫТ 3. Двуокись углерода

Налейте в пробирку несколько мл воды и прибавьте 1-2 капли индикатора. Пропустите из аппарата Киппа в воду двуокись углерода до изменения окраски индикатора. Составьте уравнение реакции. Сделайте вывод о характере гидроксида.

ОПЫТ 4. Гидроксид кремния

В пробирку поместите раствор силиката натрия и пропустите через него углекислый газ из аппарата Киппа, при этом наблюдайте образование осадка гидроксида кремния. Напишите уравнение реакции. Сделайте вывод о кислотно-основном характере гидроксида кремния.

ОПЫТ 5. Оксид фосфора (V)

В пробирку поместите немного фосфорного ангидрида и добавьте несколько мл воды. Наблюдайте растворение, встряхивая пробирку. Испытайте реакцию среды индикаторами. Составьте уравнение реакции. Сделайте вывод о характере гидроксида.

ОПЫТ 6. Гидроксиды олова (II) и свинца (II)

а) Налейте в пробирку 2 мл раствора хлорида олова. Добавьте по каплям разбавленный раствор щелочи до образования осадка. Содержимое пробирки разделите на две части. Подействовать на одну концентрированным раствором щелочи, а на другую - соляной кислотой. Составьте уравнения реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида олова.

б) Такой же опыт проделать с раствором соли азотнокислого свинца. На полученный гидроксид свинца подействовать азотной кислотой и щелочью. Почему для растворения гидроокиси свинца нельзя воспользоваться соляной или серной кислотами? Составьте уравнения реакций. Сделайте вывод о характере гидроксида свинца.

1.2. Контрольные вопросы и задания

1. Сравнив результаты опытов, сделайте вывод, как изменяется характер гидроксидов элементов: Mg, Al, Si, P в третьем периоде слева

направо. Чем объясняется это изменение характера гидроксидов? Как оно связано с изменением металлических свойств элементов?

2. По результатам опытов сделайте вывод об изменении кислотно-основных свойств гидроксидов элементов: C, Si, Sn, Pb в главных подгруппах сверху вниз. Как увязать такое изменение характера гидроксидов с возрастанием порядкового номера элемента и изменением металлических свойств элементов?

3. Запишите кислородные соединения марганца со степенями окисления II, IV, VI, VII и покажите, как с увеличением степени окисления изменяется характер оксидов и соответствующих им гидроксидов.

4. Укажите, какая из сравниваемых двух кислот H_2SO_3 или H_2SO_4 является более сильной и как объяснить такое явление.

5. Какой из галогенов имеет наибольшее сродство к натрию, если энергия Гиббса для галогенидов натрия имеет следующую величину (кДж/моль): ΔG^0_{298} NaJ = - 237.2,

ΔG^0_{298} NaBr = -347.7,

ΔG^0_{298} NaCl = -384.0,

ΔG^0_{298} NaF = -541.0.

6. $MgO_{(к)} + CO_{2(г)} = MgCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -65.1 кДж/моль

$BaO_{(к)} + CO_{2(г)} = BaCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -217.4 кДж/моль

$CaO_{(к)} + CO_{2(г)} = CaCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -131.9 кДж/моль

$SrO_{(к)} + CO_{2(г)} = SrCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -183.6 кДж/моль.

Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значением ΔG^0_{298} образования рассматриваемых карбонатов из оксидов?

7. Как изменяется сила кислот в ряду H_2SO_4 - H_2SeO_4 - H_2TeO_4 ?

8. $6Na_2O(к) + P_4O_{10}(к) = 4Na_3PO_4(к)$ ΔG^0_{298} = - 378 кДж/моль

$Na_2O(к) + Al_2O_3(к) = 2NaAlO_2(к)$ ΔG^0_{298} = - 173.2 кДж/моль

$Na_2O(к) + SO_3(г) = Na_2SO_4(к)$ ΔG^0_{298} = - 522.1 кДж/моль

$Na_2O(к) + SiO_2(к) = Na_2SiO_3(к)$ ΔG^0_{298} = - 194.5 кДж/моль

$Na_2O(к) + Cl_2I_7(г) = 2NaClO_4(к)$ ΔG^0_{298} = -587.0 кДж/моль

Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значениями ΔG^0_{298} образования рассматриваемых солей из оксидов?

9. Укажите, какое из рассматриваемых двух соединений является более сильным основанием: а) гидроксид натрия или гидроксид цезия; б) гидроксид бария или гидроксид кальция? Объясните это изменение характера гидроксидов, исходя из расположения элементов в таблице Д.И. Менделеева.

2. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Ц е л ь р а б о т ы - изучение скорости химической реакции и ее зависимости от концентрации и температуры.

Раздел химии, изучающей скорость химических реакций, называется химической кинетикой.

Скорость химической реакции - это изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. Зависимость скорости химической реакции выражается законом действующих масс: при постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции.

Для реакции aА + bВ = cС + dД скорость выразится уравнением:

$$v = k\cdot[\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b \qquad \text{(для гомогенной системы)},$$

где v - скорость реакции;

[А], [В] - молярные концентрации реагирующих веществ;

k - константа скорости реакции

(при [А] = [В] = 1 моль/л, k численно равна v).

Для реакции $2NO_{(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{2(г)}$ выражение скорости имеет следующий вид:

$$v = k\cdot[\text{NO}]^2\cdot[\text{O}_2].$$

Гомогенная система состоит из одной фазы - между реагентами нет поверхности раздела. Гетерогенная система состоит из двух и более фаз. Реакция в гетерогенной системе осуществляется на поверхности раздела фаз. Скорость гетерогенной реакции не зависит от площади поверхности раздела фаз, так же как скорость гомогенной реакции не зависит от объема системы.

Концентрация твердого вещества принимается за единицу.

Зависимость скорости химической реакции от температуры описывается экспериментально найденным уравнением Вант-Гоффа:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}},$$

где v_{t_1}, v_{t_2} - скорость реакции при температурах соответственно t_1 и t_2;

γ - температурный коэффициент скорости реакции,
равный обычно 2-4.

Эта зависимость может быть выражена в виде следующего правила: при увеличении температуры на каждые 10° скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза.

Зависимость скорости реакции от температуры более точно может быть выражена уравнением Аррениуса:

$$k = c \cdot e^{-\frac{E_{\text{акт}}}{RT}},$$

где k - константа скорости реакции;

c - постоянная;

$E_{\text{акт}}$ - энергия активации;

R - универсальная газовая постоянная (8.31 Дж/моль ·К);

T - абсолютная температура.

Из уравнения Аррениуса следует, что скорость реакции с повышением температуры увеличивается по закону экспоненты, однако интенсивность теплоотвода в конкретных условиях реакции может возрастать только линейно. В этом случае возможен скачкообразный переход от стационарного режима к нестационарному, быстрое ускорение - самовоспламенение, или цепной взрыв. По такому механизму происходят взрывы метана и угольной пыли в шахтах. Например, при повышении концентрации метана на несколько процентов достигается нижний предел взрываемости метана в воздухе, в тысячи раз ускоряется реакция окисления метана кислородом воздуха $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q$. Концентрационные пределы взрываемости метана в воздухе от 5 до 15% по объему.

Одним из направлений в решении проблемы предупреждения взры-

вов метана и угольной пыли в шахтах, опасных по газу и пыли, является применение способов взрывозащиты, основанных на использовании распыленной воды или специальных химических соединений, которые играют роль отрицательных катализаторов (ингибиторов), теплопоглотителей в реакциях окисления углеводородов. Такие вещества носят общее название флегматизаторов горения. Этим свойством обладают гидрокарбонаты натрия и калия, гидрофосфаты аммония, бура и др.

2.1. Экспериментальная часть.

ОПЫТ 1. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ.

Соли тиосерной кислоты устойчивы в твердом состоянии и в растворе. Тиосерная кислота неустойчива и при получении распадается самопроизвольно по реакции

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 = H_2SO_3 + S + Na_2SO_4$$

с образованием сернистой кислоты и свободной серы.

Постановка опыта основывается на следующем: в результате реакции между серной кислотой и тиосульфатом натрия образуется сера, выделяющаяся в виде белой мути. Время от начала реакции до момента появления мути зависит от скорости этой реакции.

В три пробирки налить по 6 мл раствора серной кислоты.

В первую пробирку влить 6 мл раствора $Na_2S_2O_3$, быстро перемешать ее содержимое и одновременно включить секундомер. Отсчитать время (τ) до начала появления белой мути - коллоидной серы.

Во вторую пробирку влить смесь 4 мл раствора тиосульфата натрия и 2 мл воды. Наблюдать, через сколько секунд растворы сделаются мутными.

Результаты наблюдений записать по следующей форме, выразив значения скоростей реакций в условных единицах (десятичных дробях!) в виде $v = 1/\tau$, где τ - время в секундах.

Относительная концентрация раствора тиосульфата натрия записана в условных единицах $C_{Na_2S_2O_3} = v_{Na_2S_2O_3} / V_{\text{раствора}}$, где $V_{\text{раствора}}$ - общий объем раствора 12 мл. Тогда для первого случая $C_{Na_2S_2O_3}$ 50%, для второго - 33% и третьего - 17%, что соответствует значениям 3а, 2в, а.

№ опыта	Объем в мл			Относит. концентр. $C_{Na_2S_2O_3}$	Время до появления мути, τ	$v = \frac{1}{\tau}$
	раствора H_2SO_4	раствора $Na_2S_2O_3$	H_2O			
1	6	6	0	3а		
2	6	4	2	2а		
3	6	2	4	а		

Результаты измерений необходимо представить в виде графика. На ось абсцисс наносят значения относительных концентраций в виде трех точек, отстоящих от начала координат на а, 2а, 3а, где а - произвольно выбранный отрезок. Из каждой точки восстанавливается перпендикуляр, длина которого соответствует значениям скоростей реакции в условных единицах. Далее следует обдумать, каким образом, пользуясь верхними концами этих перпендикуляров, провести линию, характеризующую зависимость скорости реакции от концентрации. Подсказкой будет служить математическое выражение для скорости изучаемой реакции, которое нужно записать согласно закону действия масс.

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

ОПЫТ 2. Зависимость скорости реакции от температуры опыта

Налить в одну пробирку 5 мл раствора $Na_2S_2O_3$, а другую - 5 мл раствора H_2SO_4. Обе пробирки поместить в стакан с водопроводной водой. Спустя 5-7 минут измерить температуру воды и слить вместе содержимое обеих пробирок. Измерить время появится помутнение.

В две другие пробирки налить по 5 мл тех же растворов. Поместить пробирки в стакан с водой, нагретой на 10° выше, чем в предыдущем опыте. Через 5-7 минут слить содержимое пробирок. Измерить время до появления мути.

Повторить опыт, повысив температуру еще на 10°.

Результаты наблюдений выразить в виде графика, откладывая по оси абсцисс температуру опыта, по оси ординат - относительную скорость реакции.

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от температуры.

2.2. Контрольные вопросы и задания.

1. Реакция в водном растворе выражается уравнением:

$$2KI + K_2S_2O_8 = 2K_2SO_4 + I_2.$$

Как изменится скорость этой реакции при разбавлении реагирующей смеси в 2 раза?

2. Записать математические выражения для скорости следующих газовых реакций

а) $CH_3CHO = CH_4 + CO$, в) $H_2 + Cl_2 = 2HCl$,
б) $2N_2O = 2N_2 + O_2$, г) $SO_2 + 2H_2 = S + 2H_2O$.

Предсказать изменение скорости этих реакций при увеличении концентрации каждого из реагирующих веществ в 2 раза.

3. Записать выражения для скорости реакций

а) $MgCO_3 = MgO + CO_2$, в) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2CO_3$,
б) $2N_2O = 2N_2 + O_2$, г) $2Zn + O_2 = 2ZnO$.

Как изменится скорость вышеуказанных реакций, если:
а) увеличить концентрацию исходных веществ в 2 раза;
б) увеличить давление в 2 раза.

4. Срок хранения флотационного реагента, поступившего на обогатительную фабрику, согласно техническим условиям составляет при температуре 20°С 2 месяца. Воспользовавшись правилом Вант-Гоффа, рассчитать срок годности этого флотореагента, если на складе фабрики поддерживается 0°С, а температурный коэффициент скорости разложения равен 2.

5. Во сколько раз изменится скорость реакции

$$2NO + O_2 = 2NO_2,$$

если концентрация оксида азота уменьшится в 2 раза, а концентрация кислорода увеличивается в 2 раза?

6. Реакция протекает по уравнению

$$CH_3COOH + C_2H_5OH = CH_3COOC_2H_5 + H_2O,$$

концентрацию CH_3COOH увеличили от 0.3 до 0.45 моль/л, а концентрацию C_2H_5OH увеличили от 0.4 до 0.8 моль/л. Во сколько раз возросла скорость прямой реакции?

7. Кальцинированная сода (безводная Na_2CO_3) используется в виде раствора в качестве регулятора щелочности флотационного процесса. При температуре 55°С сода растворяется в 6 раз быстрее, чем при 15°. Рассчитать температурный коэффициент скорости растворения соды.

8. Для приготовления раствора силиката натрия требуемой плотности, использующегося в качестве подавителя пустой породы, твердые прозрачные куски силикат-глыбы Na_2SiO_3 загружают в воду: нагревают до 95° и ведут перемешивание в течение четырех часов. Какой срок потребуется для получения раствора необходимой концентрации, если поддерживать температуру 90° ($\gamma = 2$)?

3. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Ц е л ь р а б о т ы - Изучение влияния концентрации на сдвиг химического равновесия.

Многие реакции идут не до исчезновения исходных веществ, а до состояния, не изменяющегося во временя, когда в реакционной смеси можно обнаружить как исходные вещества, так и продукты реакции. Такое состояние системы называется химическим равновесием.

С термодинамической точки зрения состояние равновесия характеризуются тем, что система достигает минимального значения энергии Гиббса (при заданных температуре, давлении и общем составе).

С кинетической точки зрения при равновесии скорости процессов образования продуктов реакции из исходных веществ и исходных веществ из продуктов выравниваются. Скорость достижения равновесия в зависимости от природы процесса, условий, а также наличия подходящих катализаторов может варьировать от малых долей секунды до веков и тысячелетий.

Если равновесие достигнуто, то для реакции

$$aA + bB \Leftrightarrow cC + dД \qquad \text{величина} \quad K_p = \frac{[C]^c \cdot [Д]^d}{[A]^a \cdot [B]^b},$$

называемая константой равновесия, принимает определенное значение. Константа равновесия зависит от температуры, но не зависит от конкретных количеств реагентов и порядка их взаимодействия.

Изменение равновесных концентраций при внешнем воздействии называется с м е щ е н и е м х и м и ч е с к о г о р а в н о в е с и я .

Основным законом, управляющим смещением равновесия, служит принцип Ле-Шателье: «Если на систему, находящуюся в равновесии, оказывается внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону, указываемую воздействием, до тех пор, пока нарастающее в системе противодействие не станет равно оказанному воздействию».

Внешним воздействием, смещающим равновесие, может быть изменение температуры, давления, концентрации одного или нескольких веществ, участвующих в реакции. «Смещение равновесия в сторону, указанную воздействием» означает, что при повышении давления преимущество получает процесс, ведущий к уменьшению объема, т.е. к тому же результату, что и само воздействие. Нагревание ведет к увеличению роли эндотермического прочеса, т.е. процесса, увеличивающего запас энергии в системе (эндотермические реакции идут с поглощением тепла, а экзотермические - с его выделением).

Увеличение концентрации одного из веществ приводит к смещению равновесия в сторону расходования этого вещества.

3.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Влияние концентрации веществ на смещение химического равновесия.

Реакция между хлоридом железа и тиоцианатом аммония протекает по уравнению:

$$FeCl_3 + 3NH_4NCS \leftrightarrow Fe(NCS)_3 + 3NH_4Cl$$

Красная окраска образовавшегося раствора обусловлена содержанием в нем тиоционата (роданида) железа. По изменению интенсивности этой окраски можно судить о направлении смещения равновесия при изменении концентрации какого-либо реагирующего вещества.

В одной пробирке приготовить смесь (по 4 мл) разбавленных растворов $FeCl_3$ и NH_4NCS . Полученный окрашенный раствор разлить поровну в 4 пробирки.

В первую пробирку добавить 2 капли насыщенного раствора $FeCl_3$. Во вторую пробирку добавить несколько кристалликов NH_4NCS (или KNCS). В третью пробирку всыпать немного твердой соли NH_4Cl (или KCl). Четвертую пробирку оставить для сравнения.

Записать уравнение химической реакции и выражение для константы

равновесия. Сделать выводы о влиянии концентрации веществ на смещение химического равновесия с использованием принципа Ле-Шателье.

Форма записи

Что добавлено	Изменение интенсивности окраски	Смещение равновесия
1. $FeCl_3$ 2. NH_4NCS 3. NH_4Cl	более интенсивная ……... ……	вправо …… …….

3.2. Контрольные вопросы и задания

1. К гомогенных химических системах при постоянных давлении и температуре установилось состояние равновесия:

$2H_2S + 3O_2 \leftrightarrow 2SO_2 + 2H_2O$, $K = 3 \cdot 10^5$;

$2CH_4 + 3O_2 + 2NH_3 \leftrightarrow 2HCN + 6H_2O$, $K = 1$;

$4NH_3 + 5O_2 \leftrightarrow 4NO + 6H_2O$, $K = 0.008$;

$H_2 + Cl_2 \leftrightarrow 2HCl$, $K = 24.3$.

По данным значениям констант равновесия укажите, реагенты или продукты будут преобладать в равновесной смеси веществ. На основании закона действующих масс составьте выражения для констант равновесия.

2. В гетерогенных химических системах установилось состояние равновесия:

$Si_{(к)} + 2H2O_{(г)} \leftrightarrow SiO_{2(к)} + 2H_{2(г)}$;

$Mg_3N_{2(к)} + 6H_2O_{(г)} \leftrightarrow 3Mg(OH)_{2(к)} + 2NH_{3(г)}$;

$CS_{2(г)} + 2Cl_{2(г)} \leftrightarrow CCl_{4(г)} + 2S_{(к)}$;

$2NO_{2(г)} + 2S_{(к)} \leftrightarrow N_{2(г)} + 2SO_{2(г)}$;

$10NO_{(г)} + P_{4(г)} \leftrightarrow 5N_{2(г)} + P_4O_{10(к)}$;

$TiO_{2(к)} + 2C_{(к)} + 2Cl_{2(г)} \leftrightarrow TiCl_{4(г)} + 2CO_{(г)}$.

На основании закона действующих масс составьте выражения для

констант равновесия.

3. За последние 100 лет количество углекислого газа, поступающее за счет сжигания ископаемого топлива, возросло в 50 раз, а парциальное давление CO_2 в атмосфере за это же время увеличилось в 1.2 раза. Объясните это соотношение, допустив, что CO_2 поглощается океаном:
$CO_{2(г)} + H_2O_{(ж)} \leftrightarrow H_2CO_{3(р)}$.

4. Рассчитать равновесный выход диоксида серы в реакциях окислительного обжига сульфидных минералов - пирита, молебденита, пирротина, если в состоянии равновесия количество SO_2 равно 0.4 моль, а начальный объем O_2 составлял 33.6 л (н.у.):

$4FeS_{2(к)} + 11O_{2(г)} \leftrightarrow 2Fe_2O_{3(к)} + 8SO_{2(г)}$;
пирит

$2MoS_{2(к)} + 7O_{2(г)} \leftrightarrow 2MoO_{3(к)} + 4SO_{2(г)}$;
молибденит

$4FeS_{(к)} + 7O_{2(г)} \leftrightarrow 2Fe_2O_{3(к)} + 4SO_{2(г)}$.
пирротин

5. Равновесный процесс, протекающий в подземных пещерах при образовании сталактитов и сталагмитов, можно описать уравнением

$$Ca^{2+}_{(р)} + 2\,HCO_3^-{}_{(р)} \leftrightarrow CaCO_{3(к)} + H_2O_{(ж)} + CO_{2(г)}.$$

Напишите выражение для константы равновесия этого процесса. Укажите, в какую сторону сдвигается равновесие а) при улетучивании CO_2, б) испарении воды, в) увлажнении атмосферы в пещерах.

6. Состояние равновесия реакции окисления сфалерита

$$2ZnS_{(к)} + 3O_{2(г)} \leftrightarrow 2ZnO_{(к)} + 2SO_{2(г)}$$

установилось при равновесной концентрации диоксида серы, равной 0.25 моль/л. Рассчитать исходную концентрацию кислорода.

7. В герметически закрытом сосуде объемом 0.25 л проводят реакцию восстановления антимонита

$$Sb_2S_{3(к)} + 3CO_{(г)} \leftrightarrow 2Sb_{(к)} + 3COS_{(г)}.$$

Равновесная концентрация каждого газообразного вещества равна 0.3 моль/л. Для смещения равновесия добавляют 0.1 моль CO. Определить новые равновесные концентрации CO и COS.

8. Определить, влево или вправо сместится положение равновесия

реакций

$Fe_2O_3(к) + 3CO(г) \leftrightarrow 2Fe(к) + 3CO_2(г)$, $\Delta H° > 0$;
гематит

$3CaCO_3(к) + 3SiO_2(к) \leftrightarrow 3CO_2(г) + Ca_3Si_3O_9(к)$, $\Delta H° < 0$,
волластонит

$Cu_2CO_3(OH)_2(к) \leftrightarrow 2CuO(к) + CO_2(г) = H_2O(г)$, $\Delta H° > 0$;
малахит

$2Mg_2SiO_4(к) + 2H_2O(ж) + CO_2(г) \leftrightarrow Mg_3(OH)_4Si_2O_5(к) + MgCO_3(к)$, $\Delta H° < 0$
форстерит серпентин магнезит

при следующих воздействиях: а) введение избытка диоксида углерода, б) нагревание, в) увеличение давления.

9. На некоторых предприятиях систематически из труб в атмосферу выбрасываются оксиды азота, что можно наблюдать как газ красно-желтого цвета (лисий хвост). Объяснить причину различной интенсивности окраски этого газа в зависимости от времени года (лето, зима), если известно, что NO_2 - бурый газ при -11°С превращается в димер N_2O_4 - бесцветные кристаллы, а при обычных условиях существует смесь NO_2 и N_2O_4

$$2\ NO_2 \leftrightarrow N_2O_4.$$

Укажите знак при ΔH в этом уравнении.

4. ИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Ц е л ь р а б о т ы - Изучение смещения ионного равновесия в водных растворах.

Э л е к т р о л и т а м и называют вещества, диссоциирующие в растворах (или расплавах) на и о н ы и способные проводить электрический ток. Распад вещества на ионы называется электролитической диссоциацией. Перенос тока в растворах (и расплавах) электролитов осуществляется положительными и отрицательными ионами, которые называются катионами и анионами. К электролитам относятся соли, кислоты и основания.

Для количественной характеристики электролитической диссоциации используется степень диссоциации α - доля моля электролита, существующая в растворе в виде ионов:

$$\alpha = C/C_0,$$

где C - концентрация молекул, распавшихся на ионы, моль/л;

C_0 - исходная концентрация раствора, моль/л.

По величине степени диссоциации все электролиты делятся на сильные и слабые. К сильным относятся те электролиты, α - степень диссоциации которых равна единица, т.е. $C = C_0$. Распад на ионы сильных электролитов протекает необратимо. В растворе сильного электролита не может быть недиссоциированных молекул.

$$HNO_3 = H^+ + NO_3^-; \quad NaCl = Na^+ + Cl^-.$$

К сильным электролитам относятся практически все соли, гидроксиды щелочных и щелочно-земельных металлов и некоторые кислоты (например, HCl, HNO_3, H_2SO_4, HBr, HI, $HClO_4$)

Степень диссоциации слабых электролитов меньше единицы ($C < C_0$). Их ионизация протекает обратимо:

$$CH_3COOH \Leftrightarrow CH_3COO^- + H^+; \qquad H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-.$$

Константу равновесия электролитической диссоциации слабого электролита называют константой диссоциации. Например, при 298 К

$$K_{CH_3COOH} = \frac{C_{CH_3COO^-} \cdot C_{H^+}}{C_{CH_3COOH}} = 1.8 \cdot 10^{-5}.$$

$$K_{H_2CO_3} = \frac{C_{H^+} \cdot C_{HCO_3^-}}{C_{H_2CO_3}} = 4.4 \cdot 10^{-7}.$$

Из величин констант видно, что угольная кислота по первой ступени электролит более слабый, чем уксусная кислота.

Степень и константа ионизации слабого электролита связаны зависимостью (закон Оствальда):

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot C_0}{1 - \alpha}.$$

Если степень ионизации электролита значительно меньше единицы, то уравнение можно записать $K = \alpha^2 \cdot C_0$, откуда следует, что α возрастает с разведением раствора.

В чистой воде кроме молекул H_2O содержатся протоны и гидроксид-ионы, при этом

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л (25° C).}$$

Содержание протонов и гидрокид-ионов выражают также через водород-

ный показатель pH = 1g [H^+]. При pH = 7 среду водного раствора называют нейтральной, при pH < 7 - кислотной и при pH > 7 - щелочной.

Каковы пределы значений pH в природе? Рудничные воды выветривающихся колчеданных месторождений, содержащие свободную серную кислоту, имеют pH около 2, а воды окисляющихся месторождений самородной серы в песчаниках - еще ниже. Воды кратерных озер имеют pH 1-3, торфяных болот около 4, буроугольных месторождений около 5, pH дождевой воды примерно 5.5. Обычные грунтовые воды имеют pH 6.5 - 8.5, морская вода (в зависимости от времени года, ее температуры, количества растворенной в ней углекислоты, органических кислот, привнесенных реками) колеблется от 8.2 до 8.5. В содовых озерах pH достигает 9-10.

4.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Сравнение относительной силы кислот

В одну пробирку наливают 1-2 мл 2М раствора уксусной кислоты, в другую - столько же раствора соляной кислоты той же концентрации. В обе пробирки добавляют небольшое количество мелко измельченного известняка. Взбалтывая пробирки с содержимым, наблюдать, одинаково ли быстро растворяется $CaCO_3$ во взятых кислотах.

$$CaCO_3\downarrow + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow.$$

Интенсивность выделения CO_2 при этой реакции служит относительным индикатором концентрации водородных ионов. Рассчитайте, во сколько раз концентрация протонов в растворе HCl больше, чем в растворе CH_3COOH, если $K_{CH_3COOH} = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

Напишите уравнения диссоциации обеих кислот.

ОПЫТ 2. Влияние концентрации одноименных ионов на ионизацию слабой кислоты.

К 1-2 мл 2М раствора уксусной кислоты в двух пробирках прибавьте 2 капли метилоранжа. Отметьте окраску индикатора. Добавьте при перемешивании в одну пробирку несколько кристалликов ацетата аммония до изменения цвета раствора. Как изменился pH раствора? Объясните изменение pH, применяя правило Ле Шателье и используя выражение константы диссоциации CH_3COOH

ОПЫТ 3. Влияние концентрации одноименных ионов на ионизацию слабого основания.

В две пробирки наливают по 1-2 мл 2М раствора гидроксида аммония и по 2 капли фенолфталеина. В одну из пробирок добавляют при перемешивании несколько кристалликов ацетата аммония до изменения цвета раствора. Объясните причину наблюдаемого изменения окраски на основании уравнения диссоциации NH_4OH, принципа Ле Шателье и константы диссоциации NH_4OH.

ОПЫТ 4. Определение характера диссоциации гидроксидов

В три пробирки наливают по 2-3 мл растворов: в 1-ю - силиката натрия, во 2-ю - сульфата никеля, в 3-ю - сульфата цинка. До начала выпадения осадков гидроксидов добавляют по каплям в 1-ю - раствор серной кислоты, а во 2-ю - раствор гидроксида натрия.

Содержимое каждой пробирки взбалтывают и разливают каждый осадок гидроксидов на две пробирки. В одну пробирку добавляют разбавленной кислоты, а в другую концентрированной щелочи. На основании наблюдений за растворением осадков кремниевой кислоты, гидроксида никеля и гидроксида цинка в кислоте и щелочи сделайте вывод о кислотно-основном характере электролитической диссоциации этих гидроксидов.

Напишите уравнения диссоциации гидроксидов.

4.2. Контрольные вопросы и задания

1. Присутствие каких ионов можно ожидать в водном растворе сернистой кислоты H_2SO_3? Запишите выражения для констант диссоциаций этой кислоты.
2. Почему константа электролитической диссоциации служит более удобной характеристикой, чем степень диссоциации?
3. Объясните, почему соли являются сильными электролитами. На примере $NaHCO_3$ укажите характер химических связей, по которым электролитическая диссоциация протекает в водном растворе: а) практически полностью; б) частично; в) отсутствует.
4. Укажите, корректно ли сопоставлять такие свойства, как растворимость вещества и способность его к электролитической диссоциации.
5. В практике флотации используются процессы с низкими и высо-

кими значениями pH флотационной пульпы. Можно ли приготовить растворы с pH 0, -1, -2, 14, 15, 16?

6. Вычислите концентрацию ионов водорода в 1М (9.45 %-ном) растворе серной кислоты, pH которого - 0.005. Объясните полученный результат.

7. В Первоуральске выпал кислотный дождь, водородный показатель которого равен 2.5. Во сколько раз превышена концентрация иона водорода, если обычная дождевая вода имеет pH = 5.5?

8. Шахтные воды Кизеловского бассейна содержат 0.01 г/л ионов водорода. Рассчитайте водородный показатель этих вод, концентрацию OH^- ионов. Укажите, кислотный или щелочной характер имеют эти воды.

9. Во сколько раз уменьшится концентрация ионов водорода, если к 1 литру раствора уксусной кислоты с концентрацией 0.005 моль/л прибавить 0.05 моль ацетата натрия, считая, что концентрация недиссоциированных молекул уксусной кислоты, как и объем раствора остаются практически постоянными? K_{CH_3COOH} $1.8 \cdot 10^{-5}$.

10. Для оценки pH раствора сероводорода студент записал следующие уравнения:

$$H_2S = 2H^+ + S^{2-}; \quad S^{2-} + H_2O \leftrightarrow HS^- + OH^-.$$

Таким образом, студент сделал вывод, что среда щелочная. Найдите ошибки в его рассуждениях.

5. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА

Ц е л ь р а б о т ы - выявление закономерностей протекания реакций ионного обмена в растворах электролитов.

Минералы и горные породы в условиях земной поверхности стремятся перейти в более устойчивые соединения. Известняки медленно растворяются в водах, содержащих углекислоту, образую гидрокарбонат кальция. Грунтовые воды, содержащие $Ca(HCO_3)_2$, реагируют с сульфатно-хлоридно-магниевыми (морскими) водами. При этом осаждаются гипс и доломит:

$$2Ca(HCO_3)_2 + MgCl_2 + Na_2SO_4 = \underset{\text{гипс}}{CaSO_4} + \underset{\text{доломит}}{CaMg(CO_3)_2} + 2NaCl + 2H_2CO_3.$$

Так озера морского типа превращаются в озера континентального типа. Сульфатно-натриевые воды - результат выщелачивания горных по-

род, могут образовывать содовые озера.

$$Ca(HCO_3)_2 + NaSO_4 = CaSO_4\downarrow + NaHCO_3.$$

Изверженные горные породы выветриваются, в полевых шпатах содержание алюминия увеличивается от ранних пород к поздним. При этом из них выносятся катионы щелочноземельных металлов. Например, из анорита образуется каолинит

$$CaO\cdot Al_2O_3\cdot 2SiO_2 + 2H_2O + CO_2 = Al_2O_3\cdot 2SiO_2\cdot 2H_2O + CaCO_3.$$

В результате воздействия растворов, содержащих в повышенных концентрациях ионы Mg^{2+} и SO_4^{2-}, происходит доломитизация известняков

$$2CaCO_3 + MgSO_4 = CaMg(CO_3)_2 + CaSO_4.$$

Если химическая реакция протекает, то она отличается следующими признаками:

происходит образование осадка, или растворение осадка, или изменяется цвет осадка или раствора, или появляются пузырьки газа.

Сущность ионных реакций обмена сводится к соединению ионов в молекулы новых веществ. Равновесия ионных реакций в растворах смещаются в сторону образования слабых электролитов (слабых кислот, слабых оснований, воды) и сильных электролитов (осадков, летучих веществ).

Все кислые соли в воде растворяются, основные соли, как правило, нерастворимы.

В ионных уравнениях сильные, хорошо растворимые электролиты записываются в форме ионов, а слабые электролиты, газы и осадки - в виде молекул.

Рассмотрим следующие примеры реакций. Запишем их сначала в молекулярной форме, а затем в виде кратких ионных уравнений.

$$Fe(HCO_3)_2 + 2NaOH = FeCO_3\downarrow + Na_2CO_3 + 2H_2O;$$

$$Fe^{2+} + 2\,HCO_3^- + 2OH^- = FeCO_3\downarrow + CO_3^{2-} + 2H_2O;$$

$$ZnSO_4 + 4NaOH = Na_2ZnO_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O;$$

$$Zn^{2+} + 4OH^- = ZnO_2^{2-} + 2H_2O;$$

$$NaSiO_3 + 2CO_2 + 2H_2O = H_2SiO_3\downarrow + 2\ NaHCO_3;$$

$$SiO_2^{2-} + 2CO_2 + 2H_2O = H_2SiO_3\downarrow + 2\,HCO_3^-;$$

$$NH_4OH + HCl = NH_4Cl + H_2O;$$

$$NH_4OH + H^+ = NH_4Cl + H_2O.$$

5.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 1. Образование осадков

а) В две пробирки наливают по 2 мл раствора хлорида бария и добавляют в одну пробирку сульфата натрия, а в другую - нитрата калия. Написать молекулярное и ионное уравнения и сделать вывод, в каком случае соль реагирует с другой солью;

б) В две пробирки наливают по 2 мл раствора сульфата меди. В одну пробирку добавляют 1 мл очень разбавленный (1%-ный) раствор гидроксида натрия, а в другую - столько же разбавленного раствора той же щелочи. Написать молекулярные и ионные уравнения, указав окраску образующихся осадков и учитывая, что в первом случае образуется основной сульфат меди $(CuOH)_2SO_4$. Сделайте вывод об условиях образования основной соли и гидроксида. Осадки сохранить для выполнения опыта 2б;

в) В две пробирки наливают по 2 мл раствора хлорида кобальта. В одну пробирку добавляют разбавленного раствора щелочи до образования синего осадка основной соли. Во вторую пробирку приливают еще столько же щелочи и нагревают с целью получения гидроксида кобальта розового цвета. Содержимое пробирок оставляют для проведения опыта 2в. Написать молекулярное и ионные уравнения, указав цвет осадков.

ОПЫТ 2. Растворение осадков.

а) Наливают в пробирку известковую воду $Ca(OH)_2$, через этот раствор пропускают углекислый газ из аппарата Киппа. Наблюдают образование белого осадка средней соли, продолжают пропускать пузырьки CO_2 до растворения белого осадка и получения бесцветного прозрачного раствора кислой соли $Ca(HCO_3)_2$. Написать молекулярные и ионные уравнения образования карбоната кальция и растворения его. Сделать вывод об условии получения кислой соли.

б) В обе пробирки опыта 1б добавляют серной кислоты до растворения осадков. Написать молекулярные и ионные уравнения реакции растворения. Объяснить причину сдвига ионного равновесия;

в) Берут пробирки с осадками опыта 1в. В пробирку с синим осадком добавляют хлороводородной кислоты, в пробирку с розовым осадком - разбавленной щелочи. Напишите молекулярные и ионные уравнения. Наблюдать растворение одного из осадков. Дать объяснения наблюдениям.

О П Ы Т 3. Образование газообразного вещества

Все сульфиты, растворимые и нерастворимые в воде, разлагаются минеральными кислотами с выделением диоксида серы, который определяют как запах горящей серы.

К раствору сульфита натрия приливают разбавленной серной кислоты. Обнаруживают запах SO_2 , стараясь запомнить его. Это позволит впредь распознавать диоксид серы органолептически.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции.

О П Ы Т 4. Образование слабых электролитов

а) Наливают в пробирку 1-2 мл раствора ацетата натрия и добавляют разбавленной серной кислоты. Определяют по запаху образующуюся уксусную кислоту;

б) Наливают в пробирку 1-2 мл раствора хлорида аммония и добавляют разбавленной щелочи. Определяют по запаху выделяющийся аммиак;

в) Наливают в пробирку 3 мл раствора сульфата хрома (III) и приливают к нему по каплям раствор разбавленной щелочи до появления серо-зеленого осадка гидроксида хрома.

Содержимое пробирки разделяют на две части. К одной части приливают раствор серной кислоты, к другой - раствор щелочи. Сравнить цвет полученных растворов. Сделать вывод о характере гидроксида хрома.

Для опытов а), б), в) написать молекулярные и ионные уравнения реакций, объяснить причины сдвига ионных равновесий.

Сделать вывод, в каком направлении протекают реакции ионного обмена в растворах электролитов.

5.2. Контрольные вопросы и задания

1. Составить в молекулярном виде уравнения реакций растворения следующих малорастворимых минералов:

а) стронцианит $SrCO_3$ переводят в водный раствор насыщением CO_2 суспензии минерала в воде;

б) сассолин $B(OH)_3$ обрабатывают избытком раствора едкого натра;

в) гиббсит $Al(OH)_3$ хорошо растворяется известковом молоке;

г) азурит $Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$ обрабатывают хлороводородной кислотой;

д) гетит Fe_2O_3 хорошо растворяется в серной кислоте;

е) гемиморфит $Zn(OH)_2 \cdot Zn_3Si_2O_7$ нагревают в растворе гидроксида натрия;

ж) брусит $Mg(OH)_2$ разлагается раствором серной кислоты;

з) борнит $FeS \cdot CuS \cdot 2Cu_2S$ обрабатывают соляной кислотой.

2. При смещении водных растворов одного из следующих веществ: NaOH, KOH, CsOH концентрацией 1 моль/л с одинаковыми объемами 1М раствором HCl, HBr, HNO_3, $HClO_4$ выделяется примерно одно и то же количество теплоты, составляющее 55-59 кДж/моль. О чем это свидетельствует? Напишите уравнения реакции в ионном виде.

3. При смешении 1М водных растворов одной из следующих кислот: азотной, уксусной, бензойной с одинаковыми объема 1М растворов КОН обнаруживаются различные тепловые эффекты. Объясните, приведя уравнения реакций в молекулярно-ионном виде.

4. Укажите причины, по которым реакция

$$Na_2CO_{3(р)} + Ca(OH)_{2(к)} \leftrightarrow CaCO_{3(к)} + 2NaOH_{(р)}$$

обратима, составьте выражение для константы равновесия. Почему в этом процессе образуется только разбавленный раствор гидроксида натрия, а получение концентрированного раствора невозможно?

5. Для переработки карбонатных марганцевых руд предложен способ, основанный на выщелачивании их раствором хлорида кальция:

$$MnCO_{3(к)} + CaCl_{2(р)} \leftrightarrow CaCO_{3(к)} + MnCl_{2(р)}.$$

Можно ли регенерировать раствор хлорида кальция и вывести одновременно марганец в осадок добавлением к продуктам выщелачивания суспензии $Ca(OH)_2$? Напишите уравнение реакции.

6. Растворение соли слабой кислоты в растворах кислот должно проходить тем быстрее, чем больше концентрация ионов водорода. Однако кальцит $CaCO_3$ растворяется в растворе уксусной кислоты быстрее, чем в растворе серной. Почему?

7. В 250 мл раствора содержится 1 г NaOH. Вычислите молярную концентрацию и pH этого раствора.

8. Кислые растворы имеют кислый вкус, щелочные - вкус мыла. Сливаются равные объемы растворов хлороводородной кислоты и гидроксида натрия одинаковой концентрации. Какой вкус полученного раствора?

9. Гашеную известь $Ca(OH)_2$ используют при флотации для создания щелочной среды (pH 12 и более), отделения пирита от сфалерита и сульфидов меди. Как изменяется pH растворов извести при хранении их в открытых емкостях? Напишите уравнение реакции.

6. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

Ц е л ь р а б о т ы - Изучение свойств водных растворов, связанных с реакцией гидролиза солей.

Природные воды часто не бывают нейтральными, а имеют либо кислую, либо щелочную среду вследствие гидролиза. При химическом выветривании известняков образуются щелочные растворы, а пиритсодержащих - кислые. Изменение нейтральной реакции среды водного раствора - признак гидролиза соли, обменной химической реакции, протекающей с участием воды .Однако не все соли вступают в реакцию гидролиза. Если растворить в воде хлорид калия KCl, нейтральная реакция среды (pH = 7), характерная для чистой воды, не изменится. Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой (NaCl, $LiNO_3$, CsBr и т.п.), в реакцию гидролиза не вступают.

С водой взаимодействуют: 1) соли, образованные слабыми основаниями и сильными кислотами (NH_4Cl, $CuSO_4$, $Zn(NO_3)_2$ и т.п.); 2) соли, образованные слабыми кислотами и сильными основаниями (Na_2S, KCN, $BaCO_3$ и т.п.); 3) соли, образованные слабыми основаниями и слабыми

кислотами (NH_4CH_3COO и т.п.).

Из рассмотренных примеров следует, что в реакцию с водой вступают катионы слабых оснований и анионы слабых кислот. Если эти ионы многозарядны (Fe^{3+}, Cu^{2+}, CO_3^{2-}, SiO_3^{2-} и т.п.), их взаимодействие с водой обычно идет до образования основного или кислого иона (первая ступень гидролиза). Например, соль $FeCl_3$, образованная слабым основанием с сильной кислотой, подвергается гидролизу по катиону:

$$Fe^{3+} + HOH \leftrightarrow FeOH^{2+} + H^+$$

Или в молекулярной форме:

$$FeCl_3 + HOH \leftrightarrow FeOHCl_2 + HCl.$$

В результате гидролиза соли $FeCl_3$ появляется избыток катионов H^+ и раствор приобретает кислую реакцию, pH < 7.

Гидролизу по аниону подвергаются соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой. В качестве примера запишем уравнение гидролиза соли Na_2CO_3 в ионном виде:

$$CO_3^{2-} + HOH \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-$$

И в молекулярной форме:

$$Na_2CO_3 + HOH \leftrightarrow NaHCO_3 + NaOH.\uparrow$$

Избыток анионов OH^- придает раствору щелочную реакцию, pH > 7.

Если же соль образована слабым малорастворимым основанием и слабой летучей кислотой, то происходит полный необратимый гидролиз. В таблице растворимости такие соли обозначены прочерком, означающим, что эти соли в водных растворах не существуют. Например, гидролиз карбоната железа (III):

$$Fe_2(CO_3)_3 + 6H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3H_2CO_3;$$

$$2Fe^{3+} + 3CO_3^{2-} + 6H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3H_2CO_3 \begin{cases} \nearrow 3CO_2\uparrow \\ \searrow 3H_2O \end{cases}$$

т.е. карбонат железа (III) может существовать только в виде сухой соли, а в растворе он подвергается полному гидролизу, образуя труднорастворимый гидроксид железа (III) и слабую летучую угольную кислоту. В подобных случаях в осадок выпадает наименее растворимый из возможных продуктов гидролиза. Так, растворимость $(CuOH)_2CO_3$ меньше, чем $Cu(OH)_2$,

поэтому в зоне окисления минералов меди в известняках встречается малахит

$$2CuSO_4 + 2CaCO_3 + H_2O \leftrightarrow (CuOH)_2CO_3 + CaSO_4 + CO_2,$$

В водном растворе положительные ионы металлов гидратированы. Многие из них связывают воду так прочно, что их можно рассматривать как комплексные ионы. Гидролиз солей, образованных слабыми основаниями и сильными кислотами, происходит за счет молекул воды, входящих в комплексный ион. При этом катион металла выталкивает за пределы внутренней сферы одноименно заряженный ион водорода из молекулы воды, среда становится кислой. Например, при гидролизе хлорида магния координационное число Mg^{2+} равно шести

$$Mg^{2+} + 6H_2O = [Mg(H_2O)_6]^{2+} \Leftrightarrow [Mg(H_2O)_5OH]^+ + H^+;$$

$$MgCl_2 + 6H_2O \Leftrightarrow [Mg(H_2O)_5OH]Cl + HCl\ .$$

Ионы Bi^{3+}, Sb^{3+}, Ti^{4+}, V^{4+} обладают настолько сильным поляризующим действием, что выталкивает из молекулы воды оба иона водорода, вследствие чего образуются ионы BiO^+ висмутил, SbO^+ антимонид, TiO^{2+} титанил, VO^{2+} ванадил.

$$SbCl_3 + HOH \Leftrightarrow SbOCl + 2HCl.$$

6.1. Экспериментальная часть

О П Ы Т 1. Образование основной соли при гидролизе

В три пробирки наливают по 3-4 капли нейтрального раствора лакмуса и добавляют по 2 мл растворов: в одну пробирку - дистиллированной воды, в другую - сульфата натрия, в третью - сульфата алюминия. Сравнивают окраску индикатора в воде и растворах солей. Сделать вывод о возможности гидролиза.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза: отразить отсутствие гидролиза в пробирке с раствором Na_2SO_4.

О П Ы Т 2. Образование кислой соли при гидролизе

В две пробирки наливают по 3-4 капли нейтрального раствора фенолфталеина и добавляют по 2 мл растворов: хлорида натрия и карбоната натрия. Сравнивают окраску индикатора в воде и растворах солей.

Сделать вывод о возможности гидролиза.

Написать молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза: отразить отсутствие гидролиза а пробирке с раствором NaCl.

О П Ы Т 3. Смещение равновесия гидролиза

Налить в пробирку 1-2 мл раствора нитрата висмута $Bi(NO_3)_3$ и разбавить его водой в 3-5 раз. Наблюдать образование осадка, т.е. помутнение раствора. Составить молекулярное и ионное уравнение реакции гидролиза, зная, что труднорастворимым продуктом является соль $BiONO_3$.

В пробирку с осадком $BiONO_3$ прибавить несколько капель концентрированной азотной кислоты. Наблюдать растворение осадка. Объяснить наблюдаемое, исходя из уравнения гидролиза.

О П Ы Т 4. Влияние нагревания на гидролиз ацетата натрия

К 3-4 мл раствора уксуснокислого натрия CH_3COONa прибавить 1-2 капли фенолфталеина и нагреть до кипения. Обратить внимание на появление розовой окраски, исчезающей при охлаждении раствора.

Написать ионное и молекулярное уравнение реакции гидролиза уксуснокислого натрия. Объясните различие окраски при нагревании и охлаждении раствора.

О П Ы Т 5. Полный гидролиз (совместный гидролиз)

К 1-2 мл раствора сернокислого алюминия $Al_2(SO_4)_3$ прилить такой же объем раствора карбоната натрия Na_2CO_3. Наблюдать выделение углекислого газа и образование осадка гидроксида алюминия. Написать молекулярное и ионное уравнение совместного гидролиза взятых солей.

6.2. Контрольные вопросы и задания

1. На некоторых обогатительных фабриках иногда барабаны (емкости) из-под цианида натрия обезвреживают 10%-ным раствором железного купороса $FeSO_4$. Напишите уравнения реакции, ведущих к образованию в этих условиях циановодородной кислоты, и покажите тем самым, что такой способ растворения цианидов абсолютно недопустим. При подкислении до $pH \leq 9$ работать с растворами цианида натрия опасно; безопасно при $pH > 10$.

2. Раствор основания и раствор кислоты смешивают в эквивалент-

ных соотношениях. Для каких из перечисленных пар раствор будет иметь нейтральную реакцию:

а) $NH_4OH + HCl$, б) $NH_4OH + CH_3COOH$, в) $NaOH + HCl$,

г) $NaOH + CH_3COOH$?

3. Сточные воды обогатительных фабрик, содержащие гидрокарбонат кальция, очищают от коллоидных примесей (удалить которые отстаиванием и фильтрованием невозможно) добавлением к ним сульфата алюминия. Образующийся хлопьевидный $Al(OH)_3$ обволакивает коллоидные частицы примесей и вызывает их осаждение. Объясните образование $Al(OH)_3$ и напишите уравнение реакции.

4. Определить, возможна ли реакция окисления сфалерита кислородом воздуха в стандартных условиях, если

$$ZnS_{(к)} + 2O_{2(г)} + 7H_2O_{(ж)} = ZnSO_4 \cdot 7H_2O_{(р)}.$$

ΔG^0_{298}, кДж/моль	-201	-237	-2564

Сделайте вывод о кислотности рудничных вод, содержащих в качестве продукта выветривания сульфат цинка, записав уравнение реакции гидролиза в молекулярном и ионном виде.

5. При окислении пирита, преобладающего в колчеданных рудах, кислородом, растворенным в воде, выделяется сульфат железа (III). Поступая с нисходящим током растворов в нижние горизонты, он реагирует с породой. Сделайте вывод о составе породы, если наблюдается совместное образование гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и лимонита $Fe(OH)_3$. Напишите уравнение реакции взаимодействия сульфата железа (III) и породы.

6. Объясните, приведя молекулярно-ионное уравнение, почему при нагревании раствора $NaHCO_3$ реакция среды из слабощелочной переходит в сильнощелочную.

7. В водном растворе хлорида цинка при нагревании происходит растворение кусочка металлического цинка. Напишите уравнения реакции, объясняя причину выделения водорода.

8. В жесткой воде ионы железа обычно присутствуют в виде гидрокарбоната железа (II). При хранении такой воды в открытых сосудах, железо окисляется кислородом воздуха, вода мутнеет из-за выпадения в осадок $Fe(OH)_3$. Напишите уравнение реакции, в результате которой образуется гидроксид железа (III).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению самостоятельной работы, практических занятий и контрольных работ

Б1.О.14 ХИМИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: **Зайцева Н. А.** ., к.х.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Химии	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Амдур А. М.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 08.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Качественная реакция – химическая реакция, с помощью которой можно определить наличие в растворе того или иного вещества или его фрагмента (катиона, аниона, функциональной группы). Качественная реакция на ионы позволяет обнаружить («открыть») в растворе присутствие соответствующих ионов. При обнаружении открываемого иона обычно фиксируют появление аналитического сигнала — образование осадка, изменение окраски раствора, появление запаха и т. д.

Требования к качественным реакциям

1. Экспрессность (реакция должна протекать быстро).
2. Высокая чувствительность.
3. Селективность или специфичность.
4. Необратимость.

Чувствительность реакции определяется наименьшим количеством искомого вещества, которое может быть обнаружено данным реактивом в капле раствора.

Существенной характеристикой анализа является селективность (избирательность).

По избирательности реагенты можно разделить на три группы:

1. *Специфические реагенты* – реактивы, с помощью которых в данных условиях можно обнаружить только одно вещество (ион),

например: крахмал для обнаружения I_2 (синяя окраска); щёлочь для обнаружения NH^{4+} (запах аммиака).

Специфические реакции – реакции, которые дают возможность открывать одни ионы в присутствии различных других ионов.

2. *Селективные реагенты* – реактивы, с помощью которых в данных условиях можно обнаружить небольшое число веществ. Например, диметилглиоксим в аммиачном буферном растворе реагирует с Fe (II), Co (II), Ni (II), Zr (IV), Th (IV).

3. *Групповые реагенты* – используются в систематическом анализе смеси катионов и взаимодействуют со всеми катионами одной аналитической группы.

Реакции, позволяющие обнаружить искомые ионы в отдельных порциях сложной смеси при условии устранения влияния других ионов, называют **дробными реакциями**, а метод анализа, основанный на применении дробных реакций, называют **дробным анализом.** При этом порядок обнаружения катионов и анионов не имеет особого значения. При **систематическом анализе**, в отличие от дробного, соблюдается определенный порядок разделения и последующего открытия ионов. К обнаружению ионов приступают лишь после удаления из раствора всех других ионов, мешающих открытию. Систематический (групповой) анализ применяют при невозможности использования дробного анализа. На основе растворимости их солей или других соединений ионы делят на аналитические группы, на основании различных классификаций катионов разработаны разные методы систематического анализа катионов.

Методы систематического анализа

1. Сероводородный – основан на разной растворимости сульфидов и хлоридов в зависимости от *pH*-среды.

2. Аммиачно-фосфатный – основан на разной растворимости фосфатов.

3. Кислотно-основной – основан на разной растворимости в кислотах и основаниях гидроксидов и солей (табл. 1).

Таблица 1

Классификация катионов по кислотно-основному методу

Группа	Катионы	Групповой реактив	Характеристика группы
I	Na^+, K^+, NH_4^+	–	Хлориды, сульфаты и гидроксиды растворимы в воде
II	Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}	2M HCl	Хлориды нерастворимы в воде и разбавленных кислотах
III	Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}	2M H_2SO_4	Сульфаты нерастворимы в воде, кислотах и щелочах
IV	Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, $^*As^{3+}$, $^*As^{5+}$, Sn^{2+}, Sn^{4+}	4M NaOH (избыток)	Гидроксиды амфотерны, растворимы в избытке щелочи
V	Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}, Bi^{3+}, Sb^{3+}, Sb^{5+}	2M NaOH (25 % NH_4OH)	Гидроксиды нерастворимы в избытке щелочи и аммиаке
VI	Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Hg^{2+}, Cd^{2+}	25% NH_4OH (избыток)	Гидроксиды растворимы в избытке аммиака с образованием аммиакатов

$^*As^{3+}$ и As^{5+} гидроксидов не образуют.

Лабораторная работа № 1

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ ЖЕЛЕЗА

Цель работы: познакомиться с качественными реакциями на катионы железа, определить наиболее подходящие реактивы для открытия Fe^{3+} и Fe^{2+}.

Для получения аналитического сигнала в качественном анализе используют химические реакции разных типов: реакции ионного обмена (осаждение, нейтрализация), окислительно-восстановительные, комплексообразование. Для обнаружения ионов железа возможно использование всех типов реакций.

Реакции ионного обмена в качественном анализе

Опыт 1. Действие щелочей на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

В две пробирки налейте по 1 мл растворов $FeCl_3$ и $FeSO_4$, добавьте по 1 мл раствора щёлочи в каждую пробирку. Сравните полученные осадки $Fe(OH)_3$ и $Fe(OH)_2$, составьте уравнения обеих реакций. Растворимы ли полученные гидроксиды железа в избытке щёлочи?

Опыт 2. Действие раствора аммиака на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей железа (III) и железа (II), добавьте по 1 мл разбавленного раствора гидроксида аммония в каждую пробирку. Сравните полученные осадки с

осадками из первого опыта. Составьте уравнения реакций. Проверьте действие избытка концентрированного гидроксида аммония на оба осадка: образуют ли ионы железа аммиачные комплексы?

Реакции окисления-восстановления

Опыт 3. Действие окислителей на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

а) В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей Fe^{2+} и Fe^{3+}, добавьте по 2 мл раствора серной кислоты. В обе пробирки прилейте раствор перманганата калия, в какой из них наблюдается обесцвечивание $KMnO_4$? Запишите уравнение реакции, учитывая, что в кислой среде перманганат-ионы восстанавливаются до ионов Mn^{2+}, уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

б) В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей Fe^{2+} и Fe^{3+}, добавьте по 2 мл раствора серной кислоты. В обе пробирки прилейте раствор бихромата калия, в какой из них наблюдается изменение окраски раствора? Запишите уравнение реакции, учитывая, что бихромат-ионы $Cr_2O_7^{2-}$ восстанавливаются до ионов Cr^{3+}, уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

Опыт 4. Действие восстановителей на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+}

В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей Fe^{2+} и Fe^{3+}, добавьте по 1 мл раствора йодида калия. Какая из солей железа проявила окислительный свойства? Запишите уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

Реакции с участием комплексных ионов

Опыт 5. Реакция ионов железа с роданидом аммония

В две пробирки налейте по 1 мл раствора $FeCl_3$ и $FeSO_4$, добавьте по 1 мл раствора роданида аммония NH_4SCN в каждую пробирку. В какой из пробирок наблюдается образование роданида железа красного цвета? Составьте уравнение реакции.

Опыт 6. Реакция ионов железа с реактивом Чугаева

В две пробирки налейте по 1 мл раствора соли железа (III) и железа (II), добавьте по 1 мл раствора аммиака и по 1 капле раствора диметилглиоксима ($C_4H_8N_2O_2$). Для какого иона железа наблюдается образование окрашенного внутрикомплексного соединения с реактивом Чугаева? Составьте уравнение реакции образования диметилглиоксимата железа [Fe $(C_4H_7O_2N_2)_2$].

Опыт 7. Берлинская лазурь и турнбуллева синь

На растворы $FeCl_3$ и $FeSO_4$ подействуйте каплей раствора жёлтой кровяной соли (гексацианоферрата (II) калия). В каком случае наблюдается выпадение синего осадка? Запишите уравнение реакции, предполагая, что выпавший осадок берлинской лазури имеет состав $Fe_4\,[Fe(CN)_6]_3$.

На растворы $FeCl_3$ и $FeSO_4$ подействуйте каплей раствора красной кровяной соли (гексацианоферрата (III) калия). В каком случае наблюдается выпадение синего осадка? Запишите уравнение реакции, предполагая, что выпавший осадок турнбуллевой сини

имеет состав Fe_3 [Fe $(CN)_6]_3$. Сделайте вывод, какой кровяной солью можно открыть ион Fe^{2+}, и с помощью какой обнаруживается ион Fe^{3+}.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что произойдет с зеленоватым осадком Fe $(OH)_2$ при добавлении к нему раствора перекиси водорода H_2O_2? Запишите уравнение реакции, уравняйте его методом электронно-ионного баланса.

2. Выпадет ли осадок при смешивании равных объемов растворов $FeCl_3$ и NaOH, если ПР (Fe $(OH)_3$) = $3{,}8 \cdot 10^{-38}$, а концентрации растворов 0,001 моль/л? Выпадет ли осадок при смешивании равных объемов растворов $FeSO_4$ и NaOH, если ПР (Fe $(OH)_2$) = $4{,}8 \cdot 10^{-16}$, а концентрации обоих растворов 0,001 моль/л?

3. Какой объём соляной кислоты с концентрацией 0,01 моль/л требуется для полного растворения осадка Fe $(OH)_3$ массой 0,5 г?

4. Реакция образования окрашенного роданида железа (опыт 3) является обратимой. Запишите выражение для константы равновесия этой реакции. Какими способами, согласно принципу Ле-Шателье, можно сместить равновесие в сторону образования окрашенного продукта?

5. Запишите уравнения реакций первичной и вторичной диссоциации красной и жёлтой кровяных солей. Почему чаще всего именно цианид-ионы используются для маскирования ионов железа в растворах?

6. Подвергаются ли соли железа гидролизу? Запишите уравнения взаимодействия с водой для $FeCl_3$ и $FeSO_4$, определите тип гидролиза и кислотность среды раствора. Какую окраску приобретёт лакмус в этих растворах?

Лабораторная работа № 2
КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}

Цель работы: познакомиться с качественными реакциями на ионы **Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}**, выполняемыми пробирно, капельно, и с использованием экстракции, определить наиболее подходящие реакции для открытия каждого иона.

Предел обнаружения – минимальная концентрация или минимальное количество вещества, которое может быть обнаружено данным методом допустимой погрешностью. Предел обнаружения в значительной степени зависит от условий протекания реакции. Обычно для обнаружения ионов применяют реакции с пределом обнаружения 10^{-7} г (0,1мкг) в 1 мл раствора.

Приемы для обеспечения низкого предела обнаружения

1. *Капельный анализ* – метод микрохимического анализа, в котором качественную реакцию проводят с использованием капли раствора. Реакции выполняют на стеклянной или фарфоровой пластинке, фильтровавальной бумаге (иногда предварительно пропитанной раствором реагента и высушенной). Пределы обнаружения веществ 0,1–0,001 мкг в капле объемом 50 мм^3. Минимальные пределы обнаружения достигаются при выполнении анализа на фильтровальной бумаге.

2. *Микрокристаллоскопический анализ* – метод анализа, основанный на реакциях образования кристаллических осадков с

характерной формой кристаллов, для рассмотрения которых используется микроскоп.

3. *Экстракция* – процесс переведения вещества из водной фазы в органическую, используется для разделения и концентрирования веществ.

4. *Флотация* – процесс разделения мелких твёрдых частиц в водной суспензии или растворе, основанный на их избирательной адсорбции на границах раздела фаз в соответствии с их смачиваемостью, используется для разделения и концентрирования.

5. *Метод «умножающихся реакций»* – ряд последовательных реакций, в результате которых получается новое вещество в количестве, во много раз превышающем первоначальное количество обнаруживаемого вещества.

6. *Каталитические реакции*.

Реакции в пробирке (в растворе)

Опыт 1. Действие щелочей на катионы Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}

В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}, добавьте по 1 мл разбавленного раствора щёлочи в каждую пробирку. Составьте уравнения реакций образования синего CoOHCl, голубого CuOHCl и зелёного NiOHCl. Подействуйте на каждый полученный осадок избытком концентрированной щёлочи, составьте уравнения реакций образования гидроксидов кобальта (II), никеля (II) и меди (II).

Опыт 2. Действие раствора аммиака на Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}

В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}, добавьте по 1 мл разбавленного раствора аммиака в каждую пробирку. Сравните полученные осадки с осадками из первого опыта. Составьте уравнения реакций.

Проверьте действие избытка концентрированного гидроксида аммония на полученные осадки, запишите уравнения реакций, учитывая, что в аммиачных комплексах кобальта и никеля координационное число комплексообразователя равно шести, а медь удерживает только четыре лиганда.

Разрушаются ли полученные аммиакаты раствором кислоты?

Опыт 3. Реакции с желтой кровяной солью

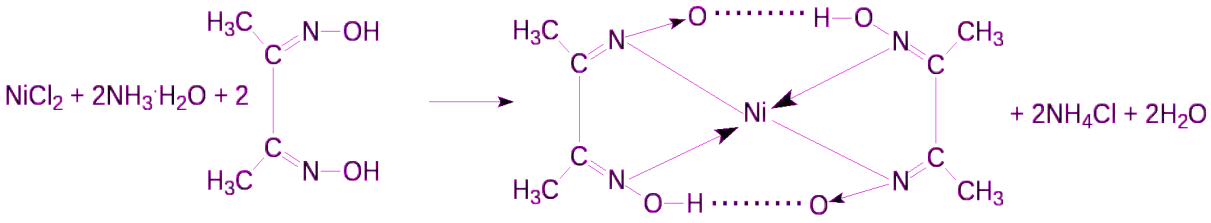
В три пробирки налейте по 1 мл растворов солей Co^{2+}, Ni^{2+} и Cu^{2+}, добавьте по 1 мл разбавленного раствора гексацианоферрата (II) калия в каждую пробирку. Что наблюдается? Составьте уравнения реакций, учитывая, что все осадки получены в результате полного ионного обмена.

Капельные реакции на фильтровальной бумаге

Опыт 4. Реакция катионов Ni^{2+} с реактивом Чугаева

На сухую фильтровальную бумагу поместите несколько капель раствора соли никеля (II), добавьте каплю раствора аммиака и каплю раствора диметилглиоксима $C_4H_8N_2O_2$ (реактив Чугаева). Сравните наблюдаемый аналитический сигнал с реакцией образования

диметилглиоксимата железа (II), выполненной в предыдущей работе. Запишите уравнение реакции



Проведите аналогичную реакцию с растворами меди (II) и кобальта (II). Какой из этих ионов может мешать определению ионов никеля и почему?

Опыт 5. Капельная реакция ионов Co^{2+} с роданидом аммония

Поместите на сухую фильтровальную бумагу несколько капель раствора хлорида кобальта (II), добавьте кристаллы сухой соли NH_4SCN, при необходимости добавьте ещё одну каплю раствора. Как изменилась окраска кристаллов? Составьте уравнение реакции образования комплексного соединения $(NH_4)_2[Co(SCN)_4]$.

Обнаружение катионов с использованием экстракции

Опыт 6. Реакция ионов Co^{2+} с роданидом аммония

Поместите в пробирку несколько капель раствора хлорида кобальта (II), добавьте кристаллы сухой соли тиоцианата (роданида) аммония. Как изменилась окраска раствора?

Чувствительность этой реакции можно повысить с помощью экстракции окрашенного комплекса $(NH_4)_2[Co(SCN)_4]$ органическим растворителем. Добавьте к полученному раствору несколько капель изоамилового спирта, взболтайте. Дождитесь разделения в пробирке водной и спиртовой фаз. Что при этом наблюдается?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Составьте уравнения реакций первичной и вторичной диссоциаций гексаамминкобальта (II), гексаамминникеля (II), тетраамминмеди (II). Запишите формулы для константы нестойкости.

2. Для открытия ионов Ni^{2+} с помощью диметилглиоксима при реакции на капельной пластинке предел обнаружения Ni^{2+} – 0,16 мкг; в пробирке можно обнаружить 1,4 мкг Ni^{2+} в 1 мл. Предел обнаружения можно уменьшить до 0,015 мкг, если каплю анализируемого раствора нанести на фильтровальную бумагу, пропитанную диметилглиоксимом. Если осадок диметилглиоксимата никеля (II) флотируется на границе раздела фаз «вода – изоамиловый спирт», то предел обнаружения ионов Ni^{2+} понижается до 0,002 мкг. Определите минимальную молярную концентрацию ионов Ni^{2+}, открываемых каждым из способов.

3. Окисление тиосульфат-ионов ионами железа (III) ускоряется в присутствии ионов меди (каталитическая реакция). Время обесцвечивания тиоцианата железа (III) тиосульфатом натрия в отсутствие меди около двух минут. В присутствии ионов Cu^{2+} раствор тиоцианата железа (III) обесцвечивается мгновенно. Предел обнаружения меди – 0,02мкг в 1 мл. Определите минимальную молярную концентрацию ионов Cu^{2+}, соответствующую этому пределу обнаружения.

Лабораторная работа № 3

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}

Цель работы: познакомиться с качественными реакциями на ионы $A1^{3+}$, Cr^{3+} и Zn^{2+}, научиться использовать амфотерность их гидроксидов в химическом анализе, определить наиболее подходящие реакции для открытия каждого иона.

Для проведения каждой качественной реакции необходимо соблюдать определенные условия, основные из которых: *pH*-среды; температура; концентрации реагентов; присутствие определенных веществ; отсутствие мешающих ионов или веществ. Для протекания многих реакций необходима среда с определенным значением *pH* водного раствора. Значение *pH* можно контролировать с помощью индикаторов или прибора *pH*-метра. Для поддержания нужного значения *pH* при необходимости используют соответствующие буферные растворы.

Буферные растворы — это растворы, способные сохранять постоянное значение *pH* при разбавлении водой или добавлении к ним определенного количества сильных кислот или оснований. В состав буферной смеси входят в определенном количественном соотношении слабые кислоты и их соли с сильными основаниями или слабые основания и их соли с сильными кислотами.

Амфотерность гидроксидов алюминия, цинка и хрома (III) позволяет отделять их от остальных катионов действием растворов щелочей различной концентрации.

Опыт 1. Действие щелочей на катионы $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}

В три пробирки налейте по 1 мл растворов хлоридов алюминия, хрома и цинка, добавьте по несколько капель очень разбавленного раствора щёлочи в каждую пробирку до образования нерастворимых гидроксидов. Составьте уравнения реакций. Подействуйте на каждый полученный осадок избытком щёлочи до полного растворения, составьте уравнения реакций образования тетрагидроксоалюмината, тетрагидроксоцинката и гексагидроскохромата натрия.

Опыт 2. Действие раствора аммиака на ионы $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}

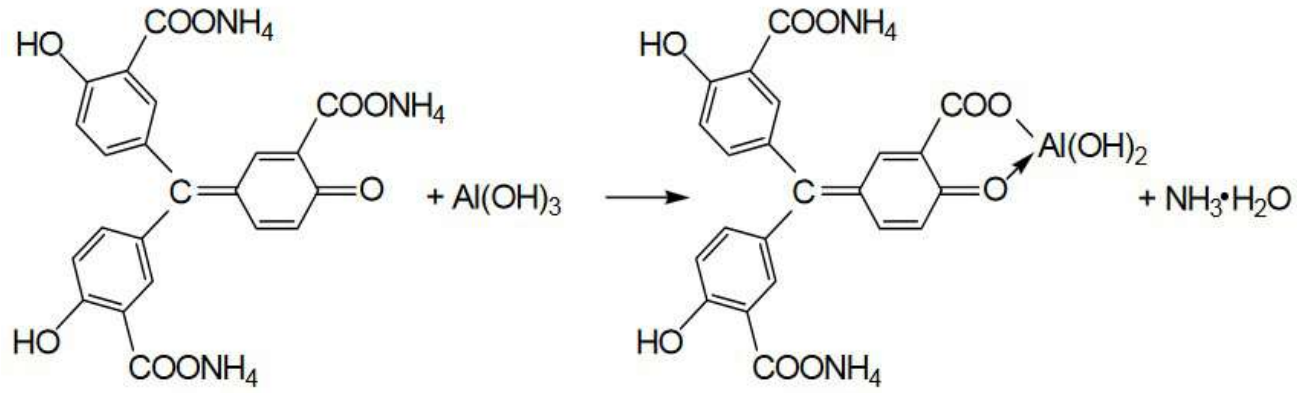
В три пробирки налейте по 1 мл растворов хлоридов алюминия, хрома и цинка, добавьте по 1 мл разбавленного раствора аммиака в каждую пробирку. Сравните полученные осадки с осадками из первого опыта. Составьте уравнения реакций образования соответствующих гидроксидов.

Проверьте действие избытка концентрированного гидроксида аммония на полученные осадки. Какие гидроксиды растворяются частично или полностью? Составьте реакцию комплексообразования, учитывая, что в образующихся аммиакатных комплексах координационное число каждого комплексообразователя вдвое больше, чем модуль его степени окисления.

Опыт 3. Реакция ионов алюминия с алюминоном

В пробирку поместите 3–4 капли раствора соли алюминия, при необходимости 2–3 капли раствора уксусной кислоты и 3–5 капель 0,01 % раствора алюминона ($C_{21}H_{11}O_9$ $(NH_4)_3$). Смесь нагрейте на

водяной бане, добавьте несколько капель раствора аммиака до щелочной реакции и выпадения красного хлопьевидного осадка алюминиевого лака.



Опыт 4. Реакция ионов цинка с желтой кровяной солью

В пробирке к 1 мл раствора $ZnCl_2$ добавьте 1 мл раствора гексацианоферрата (II) калия. Наблюдайте выпадение белого осадка $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$. Составьте уравнение этой реакции ионного обмена.

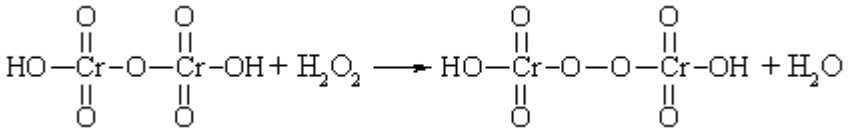
Опыт 5. Восстановительные свойства ионов хрома (III)

В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли хрома(III), прибавьте 4–5 капель 2 моль/л раствора щёлочи NaOH до растворения осадка, и 2–3 капли 3 % раствора перекиси водорода H_2O_2. Нагревайте до изменения зеленой окраски раствора на желтую (цвет хромат-ионов CrO_4^{2-}). Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса.

Опыт 6. Образование надхромовой кислоты

К жёлтому раствору хромата натрия, полученному в предыдущем опыте, прибавьте 5 капель пероксида водорода H_2O_2, ~0,5 мл изоамилового спирта, тщательно перемешайте и прибавьте по каплям раствор серной кислоты (1 моль/л). Верхний органический слой окрашивается в интенсивно синий цвет за счёт экстракции образовавшейся надхромовой кислоты H_2CrO_6. Запишите уравнение реакции, протекающее через образование дихромовой кислоты и её последующее окисление перекисью водорода:

$$2Na_2CrO_4+2H_2SO_4 \rightarrow H_2Cr_2O_7+2Na_2SO_4+H_2O$$



$$H_2Cr_2O_8 + 3\ H_2O_2 \leftrightarrow 2\ H_2CrO_6 + 2\ H_2O$$

Составьте электронно-ионный баланс для этой реакции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Составьте уравнения первичной и вторичной диссоциации солей, полученных в первом опыте: тетрагидроксоалюмината, тетрагидроксоцинката и гексагидроскохромата натрия.

2. Напишите выражение константы нестойкости для комплексных ионов тетраамминцинка и гексаамминхрома, полученных во втором опыте.

3. Напишите уравнения диссоциаций хромовой, дихромовой и надхромовой кислот.

Лабораторная работа № 4

РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ КАТИОНОВ Ag^{+}, Pb^{2+}, Hg^{2+} МЕТОДОМ ОСАДОЧНОЙ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Цель работы: познакомиться с разделением и идентификацией катионов методом бумажной хроматографии

Хроматография – физико–химический метод разделения веществ, основанный на использовании сорбционных процессов в динамических условиях.

Анализируемые компоненты распределяются между подвижной и неподвижной фазами. Неподвижной фазой служит твердое вещество – сорбент. Подвижной фазой является жидкость или газ, протекающий через неподвижную фазу – элюент. Элюент в процессе хроматографирования перемещается вдоль сорбента, так что частицы анализируемых веществ могут многократно переходить из подвижной фазы в неподвижную и наоборот. Разделение веществ с помощью хроматографии основано на различном сродстве разделяемых компонентов к подвижной и неподвижной фазам.

Бумажная хроматография – вид хроматографии, в котором носителем неподвижного растворителя служит очищенная от примесей фильтровальная бумага. Подвижная фаза продвигается вдоль листа бумаги, главным образом за счет капиллярных сил. Бумажная хроматография отличается простотой, экспрессностью, наглядностью разделения, высокой чувствительностью (можно определить 10–20 мкг вещества с точностью 5–7 %).

Опыт 1. Подготовка фильтровальной бумаги

Два фильтра «синяя лента» диаметром 45 мм смочите 5 %-м раствором йодида калия, опуская фильтры в раствор пинцетом. Высушите фильтры на воздухе в чашке Петри.

Опыт 2. Получение первичной осадочной хроматограммы

В центр каждого высушенного фильтра нанесите пипеткой каплю анализируемой смеси катионов Ag^{+}, Hg^{2+} и Pb^{2+}, после её полного впитывания нанесите еще одну, дайте ей впитаться. Катионы анализируемой смеси вступают в реакцию с KI, которым пропитан фильтр, образуя осадочную хроматограмму, зоны которой имеют цвета осадков AgJ (жёлтый), HgJ_2 (оранжевый), PbJ_2 (ярко-желтый).

Полученные хроматограммы необходимо промыть дистиллированной водой. Для промывания хроматограмм нанесите на фильтры 2–3 капли дистиллированной воды, внося каждую последующую каплю после впитывания предыдущей до увеличения размера зон в два–три раза. Высушите обе осадочные хроматограммы, заполните табл. 1, составьте уравнения реакций образования осадков.

Таблица 1

Первичная хроматограмма смеси катионов Ag^{+}, Hg^{2+}, Pb^{2+}

Зона адсорбции	Цвет зоны	Ион
1. Первая – хорошая адсорбция (в центре фильтра)		
2. Вторая – средняя адсорбция		
3. Третья – плохая адсорбция (края фильтра)		

Опыт 3. Получение проявленной осадочной хроматограммы

Анализируя первичную хроматограмму, легко определить катионы Hg^{2+} (оранжевая зона в центре) и Pb^{2+} (ярко-желтая зона по периферии). Бледно-желтая окраска AgJ либо видна плохо (из-за маскировки оранжевым HgJ_2 и ярко-желтым PbJ_2), либо не видна совсем. Для того, чтобы явно видеть зону серебра, первичную хроматограмму на одном из фильтров необходимо проявить.

Для проявления хроматограммы внесите в центр фильтра каплю раствора NaOH. При этом йодид свинца растворится в NaOH с образованием бесцветного плюмбита натрия Na_2PbO_2, йодид ртути останется неизменным, бледно-жёлтое пятно йодида серебра постепенно почернеет вследствие превращения гидроксида серебра (I) в оксид серебра (I), который затем разложится до свободного серебра.

Заполните табл. 2, составьте уравнения всех протекающих при проявке первичной хроматограммы реакций.

Таблица 2

Вторичная хроматограмма смеси катионов Ag^+, Hg^{2+}, Pb^{2+}

Зона адсорбции	Цвет зоны	Ион
1. Первая – хорошая адсорбция (в центре фильтра)		
2. Вторая – средняя адсорбция		
3. Третья – плохая адсорбция (край фильтра)		

По результатам работы сделайте вывод об эффективности метода бумажной хроматографии для дробного открытия катионов Ag^{+}, Hg^{2+}, Pb^{2+} при их совместном присутствии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие процессы лежат в основе хроматографического анализа?

2. Вычислите ПР йодида свинца (II), если известно, что растворимость его равна 0,03 г на 0,1 кг воды.

3. Выпадет ли осадок при взаимодействии равных объемов растворов $AgNO_3$ и KI, если концентрации обоих растворов 0,001 моль/л, а произведение растворимости йодида серебра ПР (AgI) =$8{,}3 \cdot 10^{-17}$.

4. В избытке йодида калия осадок йодида ртути (II) растворяется без изменения степеней окисления элементов с образованием комплексного соединения тетрайодомеркурата калия. Составьте уравнение этой реакции, а также уравнения первичной и вторичной диссоциаций полученного соединения, запишите выражение для константы нестойкости комплексного иона.

5. Оксид серебра (I) неустойчив на воздухе, поэтому он используется не в чистом виде, а в аммиачном растворе (реактив Толленса). При взаимодействии гидроксида аммония и оксида серебра (I) образуется гидроксид диамминсеребра (I). Составьте уравнение этой реакции, а также уравнения первичной и вторичной диссоциаций полученного соединения, запишите выражение для константы нестойкости комплексного иона.

6. Дайте определения терминам «элюент», «сорбент», «элюат», «подвижная фаза», «неподвижная фаза», «собрция», «десорбция».

Лабораторная работа № 5

ДРОБНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КАТИОНОВ

Цель работы: с помощью качественных реакций определить, какая соль находится в каждой пробирке.

Ход работы

В двенадцати пронумерованных пробирках находятся следующие растворы соли:

Раствор бесцветный	**Раствор может быть окрашенным**
Хлорид аммония	Сульфат меди (II)
Хлорид кальция	Хлорид кобальта (II)
Сульфат марганца (II)	Хлорид никеля (II)
Сульфат железа (II)	Хлорид хрома (III)
Хлорид цинка	Хлорид железа (III)
Хлорид алюминия	
Нитрат свинца (II)	

После получения у преподавателя нескольких пробирок (по вариантам 3–6 шт.,) составьте в тетради таблицу для записи результатов анализа:

Качественный анализ растворов, номер (№) (запишите номера пробирок)

Испытуемый раствор	Добавленный реагент	Наблюдение	Предполагаемый состав	Вывод
Опыт № 1 «Открытие окрашенных ионов»				
№ 13	отсуствует	Раствор розовый	Ионы Co^{2+}	
№ 13	NaOH	Выпал синий осадок, при добавлении избытка щёлочи стал розовым	CoOHCl $Co(OH)_2$	В пробирке был $CoCl_2$
Опыт № 2 «Действие щелочей»				
№ 14				

Опыт 1. Открытие окрашенных ионов

Опишите внешний вид растворов, сделайте предположения, какие растворы могут быть в каждой из пробирок, занесите их в таблицу. Наиболее вероятные предположения (для окрашенных растворов) проверьте с помощью соответствующих качественных реакций, взяв для анализа небольшую порцию испытуемого раствора. Составьте уравнения реакций, сделайте выводы.

Опыт 2. Действие щелочей на испытуемые растворы

Взяв пробы оставшихся исследуемых растворов (по 0,5 мл), подействуйте на них разбавленным раствором щёлочи, добавляя его по каплям. Занесите в таблицу аналитический сигнал: выделился запах аммиака, выпал неизменяющийся осадок, выпал осадок, растворимый в избытке щёлочи или темнеющий на воздухе. Обратите внимание, что гидроксид свинца $Pb(OH)_2$ проявляет амфотерные свойства, растворяясь в избытке щелочи с образованием плюмбита Na_2PbO_2, а светло-бежевый гидроксид марганца $Mn(OH)_2$ постепенно окисляется кислородом воздуха, что выглядит как потемнение раствора на границе с воздухом:

$$2\ Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2\ MnO_2\downarrow + 2\ H_2O.$$

Эту реакцию можно сделать более наглядной, ускорив процесс окисления с помощью перекиси водорода:

$$Mn(OH)_2 + H_2O_2 \rightarrow MnO_2\downarrow + 2\ H_2O.$$

Сделайте предположения о том, какие катионы находятся в пробирках. Проверьте предположения с помощью качественных реакций, для ионов Mn^{2+} кроме реакции с H_2O_2 можно использовать

ОВР с окислением марганца до розовых перманганат-ионов висмутатом натрия в сильнокислой среде:

$$2MnSO_4+5NaBiO_3+16HNO_3 \rightarrow$$

$$2HMnO_4+5Bi(NO_3)_3+NaNO_3+2Na_2SO_4+7H_2O.$$

Сделайте выводы, запишите уравнения выполненных реакций.

Опыт 3. Действие раствора аммиака на испытуемые пробы

Взяв пробы оставшихся исследуемых растворов (по 0,5 мл), подействуйте на них разбавленным раствором аммиака. Занесите в таблицу аналитический сигнал. Сделайте предположения о том, какие катионы находятся в пробирках. Проверьте предположения с помощью качественных реакций. Сделайте выводы, запишите уравнения выполненных реакций.

Опыт 4. Открытие неокрашенных ионов

Взяв пробы оставшихся исследуемых растворов (по 0,5 мл), проведите качественный анализ на катионы, которые остались не открытыми. Сделайте выводы, запишите уравнения выполненных реакций.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ»

1. Две соли окрашивают пламя в фиолетовый цвет. Одна из них бесцветна, и при лёгком нагревании её с концентрированной серной кислотой отгоняется жидкость, в которой растворяется медь; последнее превращение сопровождается выделением бурого газа. При добавлении к раствору второй соли раствора серной кислоты жёлтая окраска раствора изменяется на оранжевую, а при нейтрализации полученного раствора щёлочью восстанавливается первоначальный цвет. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

2. В двух сосудах находятся растворы неизвестных веществ. При добавлении к раствору первого вещества хлорида бария выпадает осадок белого цвета, нерастворимый в воде и кислотах. Осадок белого цвета выпадает также и при добавлении раствора нитрата серебра к пробе, отобранной из второго сосуда. При нагревании пробы первого раствора с гидроксидом натрия выделяется газ с резким запахом. При взаимодействии второго раствора с хроматом натрия выпадает осадок жёлтого цвета. Напишите уравнения описанных реакций.

3. Действием концентрированной серной кислоты на белые кристаллы при нагревании получен газ. При пропускании этого газа через раствор нитрата серебра выпал белый творожистый осадок. Кристаллы окрашивают пламя спиртовки в жёлтый цвет. Какая соль была взята для реакции? Приведите её формулу и название. Запишите уравнения реакций, описанных в тексте.

4. Порошкообразное вещество белого цвета окрашивает пламя горелки в оранжево-красный цвет. При действии соляной кислоты «вскипает» с выделением тяжёлого газа без цвета и запаха. Это вещество способно растворяться в воде при одновременном пропускании избытка углекислого газа. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

5. Некоторое кристаллическое вещество, окрашивающее пламя в жёлтый цвет, хорошо растворяется в воде. При добавлении к этому раствору нитрата серебра выпадает жёлтый осадок, не растворимый в разбавленной азотной кислоте. При действии на исходный раствор бромной воды образуется коричневое окрашивание. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

6. Для определения качественного состава белый, нерастворимый в воде порошок с зеленоватым оттенком подвергли

термическому разложению, в результате которого образовалось два оксида. Один из них — порошок чёрного цвета, при добавлении к которому раствора серной кислоты и последующем нагревании образовался раствор голубого цвета. Про другой известно, что это газ тяжелее воздуха, без цвета и запаха, играющий важную роль в процессе фотосинтеза. Запишите химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

7. Для проведения исследования бесцветные кристаллы соли, которые при непродолжительном нахождении на воздухе приобрели голубой цвет, нагрели до выделение бурого газа и образование чёрного порошка. При пропускании над нагретым полученным порошком водорода наблюдалось появление красного налёта простого вещества — металла. Известно, что металл, образующий катион, входит в состав многих сплавов, например бронзы. Запишите химическую формулу и название исследованной соли. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования его свойств.

8. Для изучения состава соли был взят раствор, который разделили на две части. К первой части этого раствора добавили хлорид натрия, в результате чего выпал белый осадок. При добавлении ко второй части раствора цинковой стружки образовались серые хлопья металла, катионы которого обладают дезинфицирующим свойством. Известно, что выданная соль

используется для изготовления зеркал и в фотографии, а её анион является составной частью многих минеральных удобрений. Запишите химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

9. Для изучения состава соли были взяты белые кристаллы хорошо растворимого в воде вещества, которое используется в хлебопечении и кондитерской промышленности в качестве разрыхлителя теста. В результате процесса термического разложения выданной соли образовались три вещества, два из которых при обычных условиях являются газами. При нагревании соли с гидроксидом натрия образуется газ, водный раствор которого используется в медицине под названием нашатырный спирт. Запишите химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

10. Для установления качественного состава была изучена соль тяжёлого металла, оксид которого используется в производстве хрустального стекла. При термическом разложении соли образуется оксид этого металла и два газообразных вещества: одно из них — газ бурого цвета, а другое — важнейший компонент воздуха. При приливании к раствору выданной соли раствора йодида калия выпадает осадок ярко-жёлтого цвета. Запишите

химическую формулу и название вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования.

11. Для определения качественного состава неизвестной соли азотной кислоты исследовали белое кристаллическое вещество. Это вещество при нагревании полностью разлагается без образования сухого остатка. При действии горячего раствора гидроксида натрия выделяется бесцветный газ с резким запахом, вызывающий посинение лакмусовой бумаги. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

12. В химической лаборатории хранится склянка с кристаллическим веществом белого цвета. При действии на него гидроксида натрия выделяется лёгкий, бесцветный газ с резким запахом, вызывающий посинение лакмусовой бумаги. При действии на него сильной кислоты выделяется бесцветный газ без запаха, вызывающий покраснение раствора лакмуса. При приливании к раствору этого вещества раствора гидроксида кальция выделяется нерастворимый в воде осадок. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

13. Кристаллическое вещество оранжевого цвета при нагревании значительно увеличивается в объёме за счёт выделения бесцветного газа и образует твёрдое вещество тёмно-зелёного

цвета. Выделившийся газ взаимодействует с литием даже при комнатной температуре. Продукт этой реакции гидролизуется водой с образованием газа с резким запахом, способного восстановить медь из её оксида. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

14. Для исследования свойств неизвестного вещества его концентрированный раствор разделили на две части. В пробирку с одной частью раствора поместили медную проволоку. При этом наблюдалось выделение бурого газа и растворение меди. При добавлении к другой части раствора силиката натрия наблюдалось образование бесцветного студенистого осадка. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

15. Для определения качественного состава неизвестной соли исследовали раствор голубого цвета. При добавлении горячего раствора сильной кислоты выделился газ с резким запахом жжёной резины, окрашивающий лакмус в красный цвет. При добавлении раствора аммиака сначала выпал голубой осадок, который затем растворился в избытке аммиака с образованием фиолетового раствора. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

16. Для определения качественного состава неизвестной соли исследовали её раствор желтоватого цвета. При добавлении раствора сильной кислоты появился резкий запах уксуса. При добавлении роданида аммония раствор приобрёл кроваво-красную окраску. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

17. Для определения качественного состава неизвестной соли исследовали её бесцветный раствор. При добавлении раствора разбавленной серной кислоты выделился газ с запахом тухлых яиц и выпал белый осадок, не растворимый в кислотах. При взаимодействии порции исходного раствора с хроматом натрия выпадает осадок жёлтого цвета. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

18. Для определения качественного состава было выдано кристаллическое вещество — средняя соль многоосновной кислоты, катион которой не является ионом металла. При взаимодействии данного вещества с гидроксидом натрия выделяется газ с резким раздражающим запахом, а при приливании к раствору выданного вещества раствора нитрата серебра выпадает осадок жёлтого цвета. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

19. Для определения качественного состава студентам было выдано бесцветное кристаллическое вещество — соль. К одной части раствора исследуемой соли прилили раствор нитрата серебра, в результате чего выпал осадок жёлтого цвета. А при добавлении к другой части раствора карбоната натрия выпал белый осадок. Известно, что катион этой соли образован щёлочно-земельным металлом, входящим в состав костной ткани человека. Анион этой соли состоит из атомов химического элемента, образующего простое вещество, спиртовой раствор которого используется в качестве дезинфицирующего средства. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

20. При определении качественного состава неизвестного кристаллического вещества белого цвета было установлено, что его раствор взаимодействует с раствором гидроксида калия с образованием осадка. А при добавлении к раствору исследуемого вещества раствора нитрата бария выпадает осадок белого цвета, не растворимый в кислотах. Известно, что катион металла, входящий в состав данного соединения, входит в состав хлорофилла. Этот металл ранее применялся также в фотографии для получения вспышки. Запишите формулу и название этого вещества. Составьте уравнения реакций, которые были проведены в процессе его распознавания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев В. Н. Качественный химический полумикроанализ. М.: Химия. 1973. 584 с.

Глинка Н. Л. Общая химия: учебник / под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. 18-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Юрайт»; ИД «Юрайт», 2011. 886 с.

Гринвуд Н., Эршно А. Химия элементов (в 2 томах): учебник. Изд-во «Бином. Лаборатория знаний», 2015. 1280 с.

Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. Общая и неорганическая химия: учебник. 5-е изд. Изд-во Книжный дом «Либроком» 2015. 592 с.

Крешков А. П. Основы аналитической химии. Ч. 1. Теоретические основы. Качественный анализ. М.: Химия. 1970. 460 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..…...3
Лабораторная работа № 1. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ ЖЕЛЕЗА.....6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ…….……9
Лабораторная работа № 2. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ Co^{2+}, Ni^{2+} И Cu^{2+}…….…....…….……10
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ……...…14
Лабораторная работа № 3. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ИОНЫ $A1^{3+}$, Cr^{3+}, Zn^{2+}…….…..…15
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ……...…18
Лабораторная работа № 4. РАЗДЕЛЕНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ КАТИОНОВ Ag^{+}, Pb^{2+}, Hg^{2+} МЕТОДОМ ОСАДОЧНОЙ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ……..…..…..…19
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ……...…22
Лабораторная работа № 5. ДРОБНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КАТИОНОВ…….…….....23
ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ»……...…….…..26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…….…….……...34

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Б1.О.15 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Хазин М.Л., д-р техн. н., профессор

Одобрены на заседании кафедры
Эксплуатации горного оборудования
(*название кафедры*)
Зав. кафедрой Симисинов Д.И.

Протокол № 1 от 12.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
факультета Горно-механического
(*название факультета*)
Председатель Осипов П. А.

Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

В методических указаниях по самостоятельной работе приведена последовательность выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Материаловедение», изложена методика решения задач, даны задачи, вопросы для самопроверки по разделам.

Методические указания предназначены для студентов направлений специалитета 21.05.04 Горное дело, подготовка которых требует знаний по свойствам и применению металлических и неметаллических материалов.

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование производства, выпуск современных разнообразных машиностроительных конструкций, специальных приборов, машин и различной аппаратуры невозможны без дальнейшего развития производства и изыскания новых материалов, как металлических, так и неметаллических.

Материаловедение является одной из первых инженерных дисциплин, основы которой широко используются при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической деятельности инженера-машиностроителя.

Прогресс в области машиностроения тесно связан с созданием и освоением новых, наиболее экономичных материалов, обладающих самыми разнообразными механическими и физико-химическими свойствами. Свойства материала определяются его внутренним строением, которое, в свою очередь, зависит от состава и характера предварительной обработки. В курсе "Материаловедение" изучаются физические основы этих связей.

ЧАСТЬ I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Строение металлов

Металловедение как наука о свойствах металлов и сплавов. Типы связи в твердых телах. Атомно-кристаллическое строение металлов. Процесс кристаллизации.

Рассмотрите типы химической связи в твердых телах, основное внимание обратите на особый тип металлической связи, который обусловливает отличительные свойства металлов: высокую электропроводность и теплопроводность, высокую пластичность и металлический блеск. Металлические тела характеризуются кристаллическим строением. Однако свойства реальных кристаллов определяются известными несовершенствами кристаллического строения. В связи с этим необходимо разобраться в видах несовершенств и особенно в строении дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влияния на механические свойства.

Термодинамические причины фазовых превращений являются одним из частных случаев общего закона природы: стремления любой системы

к состоянию с наименьшим запасом энергии (в данном случае свободной энергии). Уясните теоретические основы процесса кристаллизации, состоящего из двух элементарных процессов: зарождения и роста кристаллов, и влияния на эти параметры степени переохлаждения.

В процессе кристаллизации при формировании структуры литого металла решающее значение имеет реальная среда, а также возможность искусственного воздействия на строение путем модифицирования.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?

2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?

3. Что такое элементарная ячейка?

4. Что такое полиморфизм?

5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?

6. Что такое мозаичная структура?

7. Виды дислокаций и их строение.

8. Каковы термодинамические условия фазового превращения?

9. Каковы параметры процесса кристаллизации?

10. Что такое переохлаждение?

Теория сплавов

Сплавы, виды взаимодействия компонентов в твердом состоянии. Диаграммы состояния для случаев полной нерастворимости, неограниченной и ограниченной растворимости компонентов в твердом виде, а также для случая образования устойчивого химического соединения.

Необходимо отчетливо представлять строение металлов и сплавов в твердом состоянии. Уясните, что такое твердый раствор, химическое (металлическое) соединение, механическая смесь. Наглядное представление о состоянии любого сплава в зависимости от его состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую методику построения диаграмм состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твердом состоянии.

При изучении диаграмм состояния нужно уметь применять правило отрезков (для определения доли каждой фазы или структурной составляющей в сплаве), правило фаз (для построения кривых нагревания и охлаждения), определять химический состав фаз. С помощью правил Курнакова нужно уметь установить связь между составом, строением и свойствами сплава.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?

2. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.

3. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения?
4. Как строятся диаграммы состояния?

5. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз.

6. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов.

7. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.

8. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.

10. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?

Пластическая деформация и механические свойства металлов

Напряжения и деформация. Явление наклепа. Стандартные механические свойства: твердость; характеристики, определяемые при растяжении; ударная вязкость; сопротивление усталости.

Рассмотрите физическую природу деформации и разрушения. Внимание уделите механизму пластической деформации, ее влиянию на плотность дислокаций. Уясните связь между основными характеристиками, строением и механическими свойствами. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом использовании.

Изучите основные методы исследования механических свойств металлов и физический смысл определяемых при разных методах испытания характеристик.

Вопросы для самопроверки

1. В чем различие между упругой и пластической деформациями?

2. Как изменяется строение металла в процессе пластического деформирования?

3. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?

4. Как влияют дислокации на прочность металла?

5. Почему наблюдается огромное различие теоретической и практической прочности?

6. Как влияет изменение строения на свойства деформированного металла?

7. В чем сущность явления наклепа и какое он имеет практическое использование?

8. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?

9. Что такое твердость?

10. Какие методы определения твердости вы знаете?

Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла

Необходимо знать сущность рекристаллизационных процессов: возврата, первичной рекристаллизации, собирательной (вторичной) рекристаллизации, протекающих при нагреве деформированного металла. Уясните, как при этом изменяются механические, физико-химические свойства и размер зерна. Установите влияние состава сплава и степени пластической деформации на протекание рекристаллизационных процессов. Научитесь выбирать режим рекристаллизационного отжига. Уясните его практическое значение, различие между холодной и горячей пластическими деформациями.

Вопросы для самопроверки

1. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
2. В чем сущность процесса возврата?
3. Что такое полигонизация?
4. Сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации.
5. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
6. Что такое критическая степень деформации?
7. В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями?
8. Как изменяются строение и свойства металла при горячей пластической деформации?
9. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется?

Железо и его сплавы

Диаграмма состояния железо - цементит. Классификация железоуглеродистых сплавов. ГОСТы на металлы и сплавы. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа. Структурные классы легированных сталей. Чугуны.

Научитесь вычерчивать диаграмму состояния железо - цементит и определять все фазы и структурные составляющие этой системы. С помощью правила фаз постройте кривые охлаждения (или нагревания) для любого сплава; разберитесь в классификации железоуглеродистых сплавов и усвойте, что различие между тремя классами (техническое железо, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода). Разные классы сплавов принципиально различны по структуре и свойствам. Технические железоуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но и обязательно содержат постоянные примеси, попадающие в сплав в результате предыдущих операций при выплавке.

Изучите влияние легирующих элементов на критические точки железа и стали и объясните, при каком сочетании углерода и соответствующего ле-

гирующего элемента могут быть получены легированные стали ферритного, перлитного, аустенитного и ледебуритного классов.

Уясните влияние постоянных примесей на строение чугуна и разберитесь в различии металлической основы серых чугунов разных классов. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов различных классов и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность процесса графитизации.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит?
2. Какие превращения происходят в сплавах при температурах А1, А2, А3, А4, Acm?
3. Каковы структуры серых чугунов? 1
4. Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?
5. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек железа и стали?
6. Какие легирующие элементы являются карбидообразующими?
7. Какие легирующие элементы способствуют графитизации?
8. Как влияют легирующие элементы на свойства феррита и аустенита?
9. В чем отличие серого чугуна от белого?
10. Классификация и маркировка серых чугунов.

Теория термической обработки стали

Превращения в стали при нагреве. Превращения переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение и его особенности. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Превращения при отпуске закаленной стали.

Теория и практика термической обработки стали - главные вопросы металловедения. Термическая обработки - один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов.

При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада, устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивностью распада и строением продуктов превращения.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях. В связи с влиянием легирующих элементов на диаграммы изотермического распада аустенита рассмотрите причины получения различных классов по структуре (перлитного, мартенситного, аустенитного). Уясните влияние легирующих элементов на превращения при отпуске. Запомните, что легирующие элементы, как правило, затормаживают процессы превращений.

Вопросы для самопроверки

1. Механизм образования аустенита при нагреве стали.
2. Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, тростита) и бейнита?
3. В чем различие между перлитом, сорбитом и троститом?
4. Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
5. Что такое критическая скорость закалки?
6. От чего зависит количество остаточного аустенита?
7. В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?
8. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?
9. В чем сущность явления отпускной хрупкости?
10. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске?

Технология термической обработки

Основные виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, обработка холодом. Прокаливаемость стали. Отпуск стали. Поверхностная закалка.

Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и физическую сущность процессов отжига, нормализации, закалки и обработки холодом. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разновидности режимов и их назначение. Для выяснения причин брака при термической обработке стали следует прежде всего разобраться в природе термических и фазовых напряжений.

Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Разберитесь в способе получения высокопрочных деталей - термомеханической обработке.

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик изделия.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
2. Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?
3. Какова природа фазовых и термических напряжений?
4. Какие вам известны разновидности закалки и в каких случаях они применяются?
5. Каковы виды и причины брака при закалке?
6. Какие Вам известны группы охлаждающих сред и каковы их особен-

ности?

7. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?

8. Какие вам известны технологические приемы уменьшения деформации при термической обработке?

9. Для чего и как производится обработка холодом?

10. . В чем сущность и особенности термомеханической обработки.

Химико-термическая обработка стали и поверхностное упрочнение наклепом

Физические основы химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Цианирование. Диффузионная металлизация. Дробеструйный наклеп.

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Процесс химико-термической обработки состоит из выделения атомов насыщающего вещества внешней средой, захвата (сорбции) этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. Поэтому рассмотрите реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвойте современные представления о процессе диффузии в металлах. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газовой сред, а поэтому нужно знать наиболее удачные варианты насыщения для каждого метода химико-термической обработки и конечные результаты (поверхностное упрочнение и изменение физико-химических свойств).

Разберитесь в технологии проведения отдельных видов химико-термической обработки. Уясните преимущества и области использования цементации, азотирования, цианирования и различных видов диффузионной металлизации. Объясните влияние легирования на механизм формирования структуры поверхностного слоя. Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного поверхностного наклепа и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?

2. Химизм процесса азотирования.

3. Химизм процесса цементации.

4. Назначение цементации и режим термической обработки после нее.

5. Для каких целей и как производится нитроцементация?

6. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?

7. Химизм и назначение процесса цианирования.

8. Сущность и назначение процесса борирования.

9. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке и

какова природа этих изменений?

10. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

Конструкционные стали

Конструкционные стали общего назначения. Цементуемые, улучшаемые, пружинно-рессорные стали. Высокопрочные мартенситостареющие стали. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.

Нужно усвоить принципы маркировки сталей и уметь по маркировке определить состав и особенности данной стали, а также иметь общее представление о разных группах стали.

Разберитесь во влиянии легирующих элементов на изменение структуры и свойств стали, особое внимание уделите технологическим особенностям термической обработки легированной стали различных групп.

Рассмотрите способы классификации, основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, пружинно-рессорных, износостойких, высокопрочных, нержавеющих, жаропрочных и других сталей.

При изучении жаропрочных сталей обратите внимание на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах. Уясните сущность явления ползучести и основные характеристики жаропрочности; каковы предельные рабочие температуры и области применения сталей различного структурного класса.

В качестве примеров указать две-три марки стали каждой группы, расшифровать состав, назначить режим термической обработки и охарактеризовать структуру, свойства и область применения.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: 40, 20Х, 30ХГСА, 50Г, Г13, ШХ15, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, Х18Н9Т, Н18К8М5Т.

2. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки?

3. Какие требования предъявляются к цементуемым изделиям?

4. Чем определяется выбор марки цементуемой стали для изделий различного назначения?

5. Какова термическая обработка цементуемых деталей?

6. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?

7. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?

8. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?

9. Какие вы знаете износостойкие стали?

10. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющим сталям?

Инструментальные стали

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Стали, не обладающие и обладающие теплостойкостью. Стали для режущего, измерительного и штампового инструмента. Твердые сплавы.

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от назначения инструмента и в связи с этим рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям. Уясните причины их высокой красностойкости и особенности термической обработки.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: У10, 9ХС, ХВГ, Р18, Р18Ф2, Р9К10, Р9М4К8, Х12, 6ХВ2С, Х12М.
2. Как классифицируются инструментальные стали?
3. Требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента.
4. Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента.
5. Укажите и расшифруйте основные марки быстрорежущей стали.
6. Что представляют собой твердые сплавы?
7. Каковы свойства и преимущества твердых сплавов?
8. Укажите марки твердых сплавов, их состав и назначение.

Алюминий, магний и их сплавы

Деформируемые и литейные сплавы.

Обратите внимание на основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанные с их высокой удельной прочностью. Рассмотрите классификацию алюминиевых сплавов и обоснуйте технологический способ изготовления изделий из сплавов каждой группы. Разберитесь в основах теории термической обработки (старения) легких сплавов. Обоснуйте выбор способа упрочнения деформируемых и литейных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Свойства и применение алюминия.
2. Как классифицируются алюминиевые сплавы?
3. Какие сплавы упрочняются путем термической обработки?
4. В чем сущность процесса старения?
5. Какие сплавы не упрочняются путем термической обработки?
6. Какие вы знаете литейные алюминиевые сплавы?
7. Какие вы знаете жаропрочные алюминиевые сплавы?
8. Какие вы знаете порошковые алюминиевые сплавы?

9. Каковы свойства магния?

10. Укажите свойства и назначение сплавов на основе магния.

Медь и ее сплавы

Латуни и бронзы.

Изучите классификацию медных сплавов и уясните маркировку, состав, структуру, свойства и области применения разных групп медных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Как влияют примеси на свойства чистой меди?

2. Как классифицируются медные сплавы?

3. Какие сплавы относятся к латуням?

4. Приведите несколько примеров латуней с указанием их состава, структуры, свойств и назначения.

5. Какие сплавы относятся к бронзам? Их маркировка и состав.

6. Укажите строение, свойства и назначение различных бронз.

7. Какой термической обработке подвергается бериллиевая бронза?

Композиционные материалы

Обратите внимание на принципиальное отличие композиционного материала, заключающееся в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ними. В связи с тем, что композит обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из его компонентов в отдельности, такие материалы становятся весьма перспективными в различных областях новой техники. Укажите свойства композитов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя. Уясните возможность использования композитов в качестве жаропрочных материалов и способы повышения их жаропрочности.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое композиты?

2. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?

3. Как подразделяют композиты по виду матрицы?

4. От чего зависят механические свойства композитов?

5. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

ЧАСТЬ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Пластические массы

В основе неметаллических материалов лежат полимеры. Обратите внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-химические свойства. Классификация полимерных материалов. Свойства и области применения пластмасс.

Пластические массы - искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связывающих веществ, которые являются обязательными компонентами пластмасс. Изучите различные группы пластических масс, их свойства и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Какие материалы относятся к обратимым и необратимым полимерам?
3. Какие вы знаете наполнители пластмасс?
4. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
5. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

Резиновые материалы

Как технический материал резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами самой основы резины - каучука. Уясните состав резины, способы получения и влияние различных добавок на ее свойства. Подробно рассмотрите влияние порошковых и органических наполнителей на свойства резины, изучите физико-механические свойства и области применения резин различных марок.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой резина?
2. Какие компоненты относятся к совмещающимся и как они влияют на свойства резины?
3. Объясните роль порошковых наполнителей.
4. В каких случаях применяются волокнистые наполнители?

Неорганические материалы

Поскольку большинство неорганических материалов содержит различные соединения кремния с другими элементами, эти материалы получили общее название силикатных материалов. Обратите внимание на внутреннее строение неорганического стекла. Уясните сущность стеклообразного состояния как разновидности аморфного состояния вещества. Разберитесь в

изменении свойств стекла в зависимости от состава. Рассмотрите стеклокристаллические материалы (ситаллы) и их отличие от стекла минерального. Уясните причины образования кристаллической структуры ситаллов.

При изучении керамических материалов обратите внимание на отличие технической керамики от обычной. Разберитесь в химическом и фазовом составах технической керамики, ее свойствах и области применения.

Вопросы для самопроверки

Какие силикатные материалы относятся к минеральному стеклу?

Их отличительные свойства.

Как достигаются электроизоляционные или электропроводящие свойства стекла?

Объясните причины, вызывающие кристаллизацию ситаллов (стеклокристаллитов).

Укажите область применения ситаллов.

5. В чем отличие технической керамики от обычной? Укажите область ее применения.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Задания на контрольные работы выдают индивидуально каждому студенту. Задание включает вопросы и задачи по основным разделам курса.

При выполнении контрольных работ студенты изучают методику выбора и назначения сталей и сплавов для изготовления конкретных деталей машин и различного вида инструментов, а также знакомятся с особенностями строения, технологией получения и областью применения наиболее распространенных неметаллических материалов. Одновременно студент должен научиться пользоваться рекомендуемыми справочными материалами, с тем чтобы уметь в дальнейшем правильно выбрать материал при курсовом и дипломном проектировании.

Перечень ГОСТов, необходимых для выполнения контрольных работ, приведен в приложении. Диаграмма состояния железо-цементит и диаграмма изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали У8 также приведены в приложении (см. рис. 1 и 2).

ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Вариант 1

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.

2. Дайте определение ударной вязкости (KCV). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.

3. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите прев-

ращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45...50 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

5. Как изменяются структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750 и 850° С. Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку каждой стали.

Вариант 2

1. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?

2. Из листа свинца путем прокатки при комнатной температуре была получена тонкая фольга. Твердость и прочность этой фольги оказались такими же, как у исходного листа. Объясните, какие процессы происходили при пластической деформации свинца и какими изменениями структуры и свойств они сопровождались.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо -цементит и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости 400 НВ. Опишите превращения на всех этапах термической обработки и получаемую структуру.

5. Для каких целей применяется диффузионный отжиг? Как выбирается режим такого отжига? Приведите примеры.

Вариант 3

1. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.

2. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твердость металлов и сплавов? Опишите их.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,2% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 150 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в данном случае.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит обоснуйте выбор режима термической обработки, применяемой для устранения цементитной сетки в заэвтектоидной стали. Дайте определение выбранного режима обработки и опишите превращения, которые происходят при нагреве и охлаждении.

Вариант 4

1. Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации.

2. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим этого вида обработки? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью меньше критической?

5. После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит + мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит ординату заданной стали (примерно) и обоснуйте температуру нагрева этой стали под закалку. Так же укажите температуру отпуска.. Опишите превращения, которые произошли при термической обработке.

Вариант 5

1. Что такое ограниченные и неограниченные твердые растворы? Каковы необходимые условия образования неограниченных твердых растворов?

2. Опишите сущность явления наклепа и примеры его практического использования.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава содержащего 1,1% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит + мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервалы температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

5. С помощью диаграммы состояния железо - цементит установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

Вариант 6

1. Начертите диаграмму состояния для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов различного состава, встречающихся в этой системе.

2. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. В некоторых случаях проволока на последних переходах разрывается. Объясните причину разрыва и укажите способ его предупреждения.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 200 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в этом случае.

5. Используя диаграмму состояния железо-цементит, установите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У12. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

Вариант 7

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет?

2. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве, какие процессы происходят при этом?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,7 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей твердость 20...25 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура образуется в данном случае.

5. Плашки из стали УНА закалены: первая - от температуры 760° С, вторая - от температуры 850° С. Используя диаграмму состояния железо - цементит, укажите температуры закалки, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

Варианта 8

1. В чем сущность процесса модифицирования? Приведите пример использования модификаторов для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов.

2. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности обоих видов деформации.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 5,0 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая 45 HRC, вторая - 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо - цементит и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

5. Сталь 40 подвергалась закалке от температур 760 и 840º С. С помощью диаграммы состояния железо-цементит укажите, какие структуры обра-

зуются в каждом случае. Объясните причины образования разных структур и рекомендуйте оптимальный режим нагрева под закалку данной стали.

Вариант 9

1. Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металлов.

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 4,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-цементит установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20, Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

5. Почему для изготовления инструмента применяется сталь с исходной структурой зернистого перлита? В результате какой термической обработки можно получить эту структуру? Приведите конкретный режим для любой инструментальной стали.

Вариант 10

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану. Какое практическое значение оно имеет?

2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаной медной ленты? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 1,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости 60...63 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура при этом получается. Опишите сущность происходящих превращений.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки АС1 и АС3 для выбранной вами стали. Установите режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закалки, опишите получаемую структуру и свойства стали.

ЛИТЕРАТУРА

Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И. и др. Материаловедение: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2008. 648 с.

Батышев А. И., Безпалько В. И., Смолькин А. А. Материаловедение и технология материалов М.: Изд-во Инфра-М, 2012. 288 с.

Богодухов С. И., Козик Е. С.. Материаловедение: учеб. для вузов. М.: Машиностроение, 2015. 504 с.

Бондаренко, Г. Г. Кабанова Т. А., Рыбалко В. В. Материаловедение: учебник для бакалавров / под ред. Г. Г. Бондаренко. 2-е изд. М.: Юрайт, 2014. 359 с.

Комаров О. С., Керженцева А. Ф., Макаева Г. Г. Материаловедение в машиностроении. М.: Высшая школа. 2009. 304 с.

Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение, 2009. 528 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: методические материалы. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2008. 208 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: учебно-практическое пособие. Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 184 с.

.

ПРИЛОЖЕНИЯ

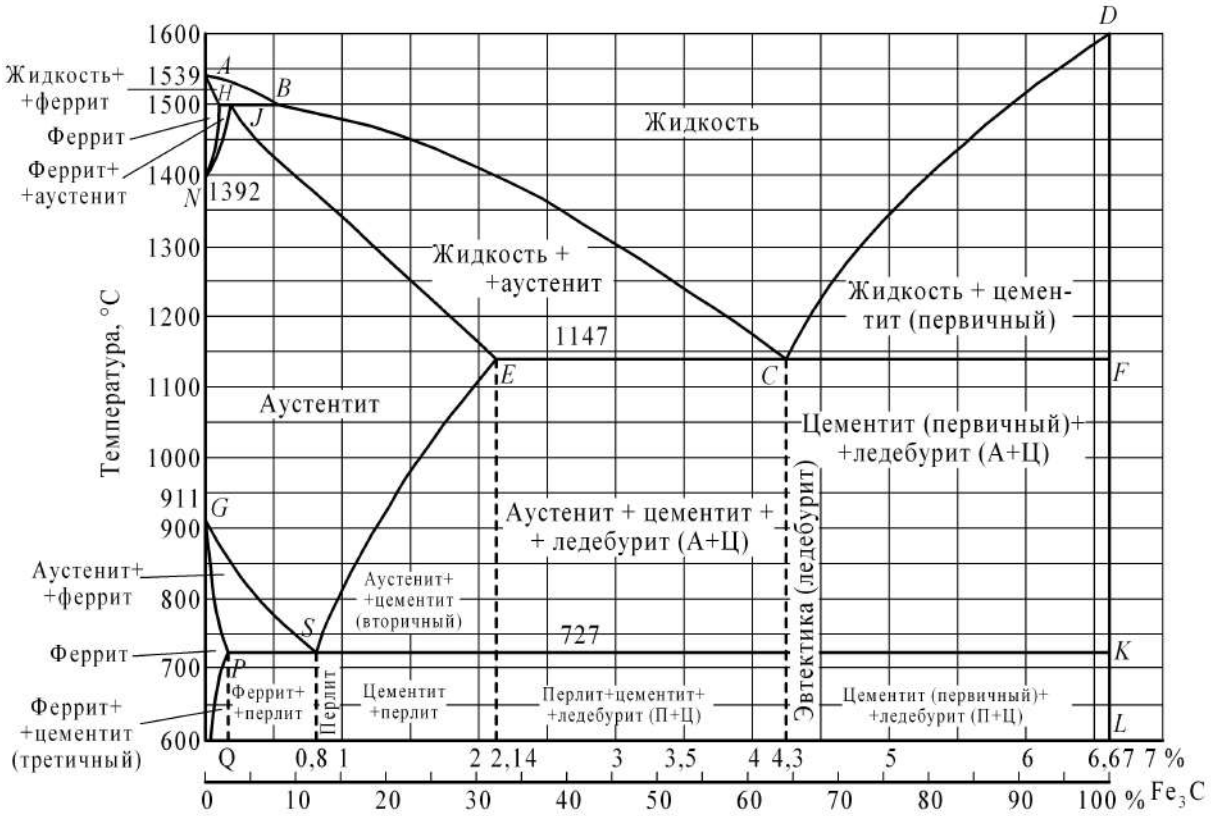


Рисунок 1 – Диаграмма состояния железо-цементит

Перечень ГОСТов на стали и сплавы

1. Сталь

Углеродистая обыкновенного качества – ГОСТ 380-71

Углеродистая качественная – ГОСТ 1050-74

Легированная, конструкционная, качественная, рессорно-пружинная– ГОСТ 1050-74

Углеродистая инструментальная – ГОСТ 1435-74

Легированная инструментальная – ГОСТ 5950-73

Подшипниковая – ГОСТ 801-78

Быстрорежущие стали – ГОСТ 19265-73

Конструкционный повышенной и высокой обрабатываемости резанием – ГОСТ 1414-75

Жаростойкие и жаропрочные – ГОСТ 5632-72

Коррозионностойкие – ГОСТ 5632-72

Сплавы твердые спеченные – ГОСТ 3882-74

Магнитотвердые (для постоянных магнитов) – ГОСТ 6862-71

Электротехнические – ГОСТ 21427.0-75...

ГОСТ 21427.3-75

2. Чугун

Серый – ГОСТ 1412-79

Ковкий – ГОСТ 1215-79

Высокопрочный – ГОСТ 7293-85

Жаростойкий – ГОСТ 7769-75

3. Алюминий и его сплавы

Алюминий – ГОСТ 11069-74
Деформируемые – ГОСТ 4784-74
Литейные – ГОСТ 2685-75
4. Медь и ее сплавы
Медь ГОСТ 859 – 78
Латунь двойная и многокомпонентная
деформируемая – ГОСТ 15527-70
Латунь литейная – ГОСТ 17711-80
Бронза оловяннистая деформируемая – ГОСТ5017-74
Бронза безоловяннистая деформируемая – ГОСТ 18175-78
Бронза оловяннистая литейная – ГОСТ 613-79
Бронза безоловяннистая литейная – ГОСТ 493-79
Медно-никелевые сплавы – ГОСТ 492-73
5. Титановые сплавы – ГОСТ 19807-74
6. Антифрикционные сплавы
Алюминиевые – ГОСТ 14113-78
Цинковые – ГОСТ 21437-75
Баббиты – ГОСТ 1320-74
7. Магний и его сплавы
Магний – ГОСТ 804-72
Деформируемые – ГОСТ 14957-76
Литейные – ГОСТ 2856-79

Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебно-практическое пособие
по выполнению практических и
самостоятельных работ
для студентов очного и заочного обучения
направлений
направлений специалитета
21.05.04 Горное дело

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка автора

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,51. Уч.-изд. л. 1,71. Тираж 100. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

квалификация выпускника: **специалист**

Автор: Дружинин А.В., доцент, канд. техн. наук

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Информатики	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
к.т.н., доц. Дружинин А. В.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 08.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специалитета по направлению подготовки 21.05.04 – «Горное дело» при организации самостоятельной работы по дисциплине «Прикладное программное обеспечение» в рамках подготовки и защиты контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы в виде реферата, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата студент может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;
- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Студент для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Студенту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем студенту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом

следует сразу же составлять библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

1. (полное наименование главы).
   1.1. (полное название параграфа, пункта);
   1.2. (полное название параграфа, пункта).
2. (полное наименование главы).
   2.1. (полное название параграфа, пункта);
   2.2. (полное название параграфа, пункта).

Заключение (выводы).

} Основная часть

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление(план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение(выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме, рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография(список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты, как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и помарки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта TimesNewRoman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется студентом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что…», «таблица позволяет заключить, что…» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например, «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например, «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте реферата должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например, «…в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей реферата или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «…в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «…на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «…в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // Экономист. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Олейник А. Н. Институциональная Горное дело: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2011. 416 с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // Аргументы и факты. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «Под трансакцией понимается обмен какими-либо благами, услугами или информацией между двумя агентами» [10, С. 176].

В списке использованных источников:

10. *Сухарев О. С.* Институциональная Горное дело: учебник и практикум для специалистиата и магистратуры /О.С. Сухарев. М.: Издательство Юрайт, 2016. 501 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1.Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.

2.Ответы студента на вопросы преподавателя.

3.Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы студенту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.

- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

1. 1. Хост-компьютеры.
2. Локальные сети и персональные компьютеры.
3. Каналы связи.
4. Хранение и предоставление доступа к информации.
5. Управление передачей сообщений.
6. Каналы связи, обеспечивающие взаимодействие между хост-компьютерами.
7. Обмен информацией между абонентами сети.
8. Использование баз данных сети.
9. Классификация прикладного программного обеспечения.
10. Пакеты прикладных программ.
11. Методо-ориентированные пакеты.
12. Системы реального времени.
13. Офисные приложения.
14. Инструменты электронных таблиц для решения экономических задач.
15. Классификация баз данных (БД).
16. Системы управления базами данных (СУБД). Классификация СУБД.
17. Локальные и глобальные сети. Intranet и Internet. Сетевые службы.
18. Поисковые системы: Яndex, Rambler, Google, ПОИСК@mail.ru.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Проверяемые компетенции:ОПК-5

Знать:

- офисные приложения;
- основы создания баз данных;
- принципы работы в разных поисковых системах интернет и в системах коммуникации.

Уметь:

- использовать офисные приложения;
- создавать базы данных средствами офисных приложений;
- использовать электронную почту и другие средства коммуникаций с помощью Интернета.

Владеть:

- инструментарием офисных приложений;
- технологией разработки баз данных;
- навыками работы в разных поисковых системах интернет и в системах коммуникации.

Критерии оценивания:

достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

использование профессиональной терминологии;

использование литературных источников.

Правила оценивания:

Каждый показатель оценивается в 1 балл

Критерии оценки:

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»;

7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»;

5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»;

0-4 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы (реферата)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Инженерно-экономический факультет

Кафедра информатики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (РЕФЕРАТ)

по дисциплине
«Прикладное программное обеспечение»

на тему:

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕДАЧЕЙ СООБЩЕНИЙ

Руководитель:
Дружинин А.В.
Студент гр. Х-20
Артёмова Елена Юрьевна

Екатеринбург – 2020

МІНІСТЕРСТВО НАУКІ І ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНІЯ
РОССІЙСКОЙ ФЕДЕРАЦІІІ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

Дружинин А. В.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специальность

21.05.04 Горное дело

квалификация выпускника: **специалист**

Екатеринбург

Оглавление

ЧАСТЬ I. ПОНЯТИЕ ППП.....3
Тема 1.1 Введение в предмет. Понятие ППП.....4
Тема 1.2 Структура и основные компоненты ППП.....10
Тема 1.3 Эволюция ППП. Примеры современных ППП.....13
ЧАСТЬII. ПППMSOFFICE.....22
Тема 2.1 Структура и состав MS Office. Основные приложения 23
Тема 2.2 Введение в офисное программирование.....29
Тема 2.3 Макросы. Использование макрорекордера.....34
Тема 2.4 Среда разработки
VBA.....38

ЧАСТЬ I. ПОНЯТИЕ ППП
ТЕМА 1.1 ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ. ПОНЯТИЕ ППП

Цели и задачи дисциплины

- Изучение основных принципов, используемых в разработке интегрированных программных продуктов.
- Изучение структуры, состава и назначения компонентов интегрированного ПО, а также средств организации взаимодействия между компонентами и инструментальных средств расширения функциональности.
- Формирование навыков работы со средствами автоматизации решения прикладных задач.
- Формирование навыков использования встроенных средств разработки.
- Требования к уровню освоения дисциплины
- В результате изучения дисциплины студенты должны:
- знать принципы построения прикладных информационных систем
- уметь использовать современные программные средства для обработки разнородной информации;
- уметь автоматизировать процесс решения прикладных задач с помощью встроенных языков программирования;
- иметь представление о современном состоянии и тенденциях развития рынка прикладного ПО.

Основные понятия и определения

Информационная система (ИС) - организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы. Информационные системы предназначены для хранения, обработки, поиска, распространения, передачи и представления информации.

Автоматизированная (информационная) система (АС) - совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для хранения и/или управления данными и ин-

формацией и производства вычислений и управляемая человеком-оператором (в этом главное отличие автоматизированной системы от автоматической).

Многоуровневое представление ИС - модель представления информационной системы в виде совокупности взаимосвязанных уровней, разделенных по функциональному назначению (рис. 1).



Рис. 1. Многоуровневое представление информационных систем.

Аппаратное обеспечение ИС - комплекс электронных, электрических и механических устройств, входящих в состав информационной системы или сети.

Программное обеспечение (ПО) — совокупность программ и данных, предназначенных для решения определенного круга задач и хранящиеся на машинных носителях.

Программа — последовательность формализованных инструкций, представляющих алгоритм решения некоторой задачи и предназначенная для исполнения устройством управления вычислительной машины. Инструкции программы записываются при помощи машинного кода или специальных языков программирования. В зависимости от контекста термин «программа» может относится к исходным текстам, при помощи которых записывается алгоритм, или к исполняемому машинному коду.

Программист - специалист, занимающийся разработкой и проверкой программ. Различают системных и прикладных программистов.

Пользователь - человек, принимающий участие в управлении объектами и система ми некоторой предметной области и являющийся составным элементом автоматизированной системы.

Прикладное программное обеспечение - программное обеспечение, ориентированное на конечного пользователя и предназначенное для решения пользовательских задач.

Прикладное ПО состоит из:

- отдельных прикладных программ и пакетов прикладных программ, предназначенных для решения различных задач пользователей;
- автоматизированных систем, созданных на основе этих пакетов.

Пакет прикладных программ - комплект программ, предназначенных для решения задач из определенной проблемной области. Обычно применение пакета прикладных программ предполагает наличие специальной документации: лицензионного свидетельства, паспорта, инструкции пользователя и т.п.

Классификация программного обеспечения

Любая классификация подразумевает выбор некоторого группировочного признака (или нескольких), на основании которого и производится отнесение объектов к тому или иному классу. Так, при классификации программного обеспечения по способу распространения можно выделить следующие категории список не полный):

- Commercial Software - коммерческое (с ограниченными лицензией возможностями на использование), разрабатываемое для получения прибыли.
- Freeware - свободное ПО, распространяемое без ограничений на использование, модификацию и распространение.
- Shareware - условно-бесплатное ПО, с частичными ограничениями при работе в ознакомительном режиме (например, определенное количество запусков программы).
- Abandonware - «заброшенное» ПО, поддержка которого непосредственным разработчиком прекращена, но продолжается третьими лицами (например, партнерами или энтузиастами).
- Adware - ПО, в код которого включены рекламные материалы. Такое ПО распространяется бесплатно, но для отключения рекламных блоков необходима оплата.
- Careware - «благотворительное» ПО, оплату за которое разработчик (или распро странитель) просит переводить на благотворительные нужды.

При классификации программного обеспечения по назначению в качестве критерия используют уровень представления ИС, на который ориентирована та или иная программа.

Соответственно выделяют следующие классы ПО:

1. Системное ПО - решает задачи общего управления и поддержания работоспособности системы в целом. К этому классу относят операционные системы, менеджеры загрузки, драйверы устройств, программные кодеки, утилиты и программные средства защиты информации.
2. Инструментальное ПО включает средства разработки (трансляторы, отладчики, интегрированные среды, различные SDK и т.п.) и системы управления базами данных (СУБД).
3. Прикладное ПО - предназначено для решения прикладных задач конечными пользователями.

Прикладное ПО - самый обширный класс программ, в рамках которого возможна дальнейшая классификация, например, по предметным областям. В этом случае группировочным признаком является класс задач, решаемых программой. Приведем несколько примеров:

- Офисные приложения - предназначены для автоматизации офисной деятельности (текстовые редакторы и процессоры, электронные таблицы, редакторы презентаций и т.п.)
- Корпоративные информационные системы - бухгалтерские программы, системы корпоративного управления, системы управления проектами (Project Management), инструменты автоматизации документооборота (EDM-системы) и управления архивами документов (DWM-системы)
- Системы проектирования и производства - системы автоматизированного проектирования (САПР, CAD/CAM-системы), системы управления технологическими (SCADA) и производственными (MES) процессами
- Научное ПО - системы математического и статистического расчета, анализа и моделирования
- Геоинформационные системы (ГИС)
- Системы поддержки принятия решений (СППР)
- Клиенты доступа к сетевым сервисам (электронная почта, веб-браузеры, передача сообщений, чат-каналы, клиенты файлообменных сетей и т.п.)
- Мультимедийное ПО - компьютерные игры, средства просмотра и редактирования аудио- и видеоинформации, графические редакторы и вьюеры, анимационные редакторы и т.п.

С точки зрения конечного пользователя такая классификация оправданна и наглядна, для разработчика же более значимым фактором является структура прикладной программы, в общем случае состоящей из нескольких компонентов. Назначение этих компонентов, связи между ними и способность к взаимодействию определяют интеграцию прикладного ПО. Чем теснее связаны программные компоненты, тем выше степень интеграции.

В зависимости от степени интеграции многочисленные прикладные программные средства можно классифицировать следующим образом[1]:

1. отдельные прикладные программы;
2. библиотеки прикладных программ;
3. пакеты прикладных программ;
4. интегрированные программные системы.

Отдельная прикладная программа пишется, как правило, на некотором высокоуровневом языке программирования (Pascal, Basic и т.п.) и предназначается для решения конкретной прикладной задачи. Такая программа может быть реализована в виде набора модулей, каждый из которых выполняет некоторую самостоятельную функцию (например, модуль пользовательского интерфейса, модуль обработки ошибок, модуль печати и т.п.).
При этом доступ к функциям модулей из внешних программ невозможен.

Библиотека представляет собой набор отдельных программ, каждая из которых решает некоторую прикладную задачу или выполняет определенные вспомогательные функции (управление памятью, обмен с внешними устройствами и т.п.). Библиотеки программ зарекомендовали себя эффективным средством решения вычислительных задач. Они интенсивно используются при решении научных и инженерных задач с помощью ЭВМ.
Условно их можно разделить на библиотеки общего назначения и специализированные библиотеки.

Пакет прикладных программ (ППП) - это комплекс взаимосвязанных программ, ориентированный на решение определенного класса задач. Формально такое определение не исключает из числа пакетов и библиотеки программ, однако у ППП, как отдельной категории, есть ряд особенностей, среди которых: ориентация на решение классов задач, унифицированный интерфейс, наличие языковых средств.

[1] Следует отметить отсутствие безусловных границ между перечисленными формами прикладного программного обеспечения

Интегрированная программная система - это комплекс программ, элементами которого являются различные пакеты и библиотеки программ. Примером служат системы автоматизированного проектирования, имеющие в своем составе несколько ППП различного назначения. Часто в подобной системе решаются задачи, относящиеся к различным классам или даже к различным предметным областям.

Понятие пакета прикладных программ

Итак, пакет прикладных программ (ППП) – это комплекс взаимосвязанных программ для решения определенного класса задач из конкретной предметной области. На текущем этапе развития информационных технологий именно ППП являются наиболее востребованным видом прикладного ПО. Это связано с упомянутыми ранее особенностями ППП. Рассмотрим их подробней:

- Ориентация на решение класса задач. Одной из главных особенностей является ориентация ППП не на отдельную задачу, а на некоторый класс задач, в том числе и специфичных, из определенной предметной области. Так, например, офисные пакеты ориентированы на офисную деятельность, одна из задач которой - подготовка документов (в общем случае включающих не только текстовую информацию, но и таблицы, диаграммы, изображения). Следовательно, офисный пакет должен реализовывать функции обработки текста, представлять средства обработки табличной информации, средства построения диаграмм разного вида и первичные средства редактирования растровой и векторной графики.
- Наличие языковых средств. Другой особенностью ППП является наличие в его составе специализированных языковых средств, позволяющих расширить число задач, решаемых пакетом или адаптировать пакет под конкретные нужды. Пакет может представлять поддержку нескольких входных языков, поддерживающих различные парадигмы. Поддерживаемые языки могут быть использованы для формализации исходной задачи, описания алгоритма решения и начальных данных, организации доступа к внешним источникам данных, разработки программных модулей, описания модели предметной области, управления процессом решения в диалоговом режиме и других целей. Примерами входных языков ППП являются VBA в пакете MS Office, AutoLISP/VisualLISP в Autodesk AutoCAD, StarBasic в OpenOffice.org

- Единообразие работы с компонентами пакета. Еще одна особенность ППП состоит в наличии специальных системных средств, обеспечивавших унифицированную работу с компонентами. К их числу относятся специализированные банки данных, средства информационного обеспечения, средства взаимодействия пакета с операционной системой, типовой пользовательский интерфейс и т.п.
-

ТЕМА 1.2 СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ППП

Несмотря на разнообразие конкретных пакетных разработок, их обобщенную внутреннюю структуру можно представить в виде трех взаимосвязанных элементов1 (рис. 2):

1. входной язык (макроязык, язык управления) - представляет средство общения пользователя с пакетом;
2. предметное обеспечение (функциональное наполнение) - реализует особенности конкретной предметной области;
3. системное обеспечение (системное наполнение) - представляет низкоуровневые средства, например, доступ к функциям операционной системы.

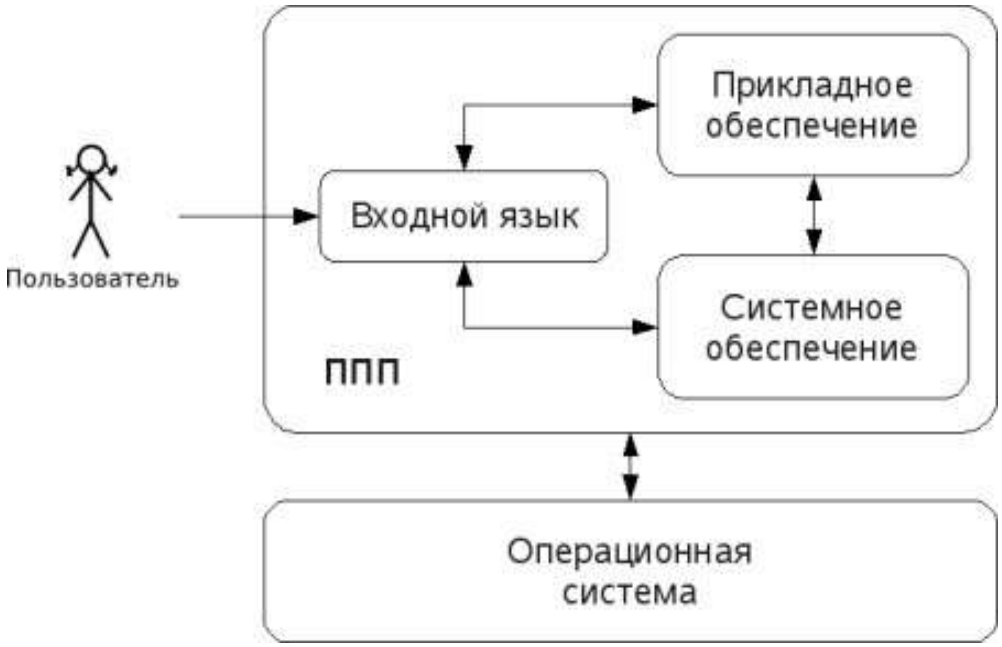


Рис. 2. Структура ППП.

Входной язык - основной инструмент при работе пользователя с пакетом прикладных программ. В качестве входного языка могут использоваться как универсальные (Pascal, Basic и

т.п.), так и специализированные, проблемно-ориентированные языки программирования (Cobol - для бизнес-приложений, Lisp - списочные структуры данных, Fortran и MathLAB - математические задачи и т.п.).

Развитый пакет может обладать несколькими входными языками, предназначенными для выполнения различных функций в рамках решаемого класса задач. Так, например, в пакете OpenOffice.org поддерживаются языки StarBasic, Python, JavaScript и Java. StarBasic является основным входным языком, предназначенным для автоматизации работы с пакетом, для этого языка имеется интегрированная среда разработки и встроенный отладчик. Скрипты на языках Python и JavaScript загружаются и исполняются из внешних файлов. На Java (через SDK и функции API OpenOffice) можно создавать модули расширения и полнофункциональные приложения-компоненты.

Входные языки отражают объем и качество предоставляемых пакетом возможностей, а также удобство их использования. Таким образом, именно входной язык является основным показателем возможностей ППП. Однако стоит отметить, что в современных пакетах обращение пользователя к языковым средствам обычно происходит косвенно, через графический интерфейс.

Предметное обеспечение отражает особенности решаемого класса задач из конкретной предметной области и включает:

- программные модули, реализующие алгоритмы (или их отдельные фрагменты) прикладных задач;
- средства сборки программ из отдельных модулей.

Наиболее распространено в настоящее время оформление программных модулей в виде библиотек, подключаемых статически или динамически. В зависимости от использованного разработчиками подхода к проектированию и реализации ППП такие библиотеки содержат встроенные классы и описания их интерфейсов (при использовании объектно-ориентированного программирования). При использовании парадигмы структурного программирования в библиотечных модулях содержатся процедуры и функции, предназначенные для решения некоторых самостоятельных задач. В обоих случаях библиотеки связаны с другими модулями пакета лишь входной и выходной информацией.

Системное обеспечение представляет собой совокупность низкоуровневых средств (программы, файлы, таблицы и т.д.), обеспечивающих определенную дисциплину работы

пользователя при решении прикладных задач и формирующих окружение пакета. К системному обеспечению ППП относят следующие компоненты:

- монитор - программа, управляющая взаимодействием всех компонентов ППП;
- транслятор(ы) с входных языков - для ППП характерно использование интерпретируемых языков;
- средства доступа к данным - драйверы баз данных и/или компоненты, представляющие доступ через унифицированные интерфейсы (ODBC, JDBC, ADO, BDE и т.п.);
- информационно-справочный модуль - предоставляет функции поддержки, среди которых информационные сообщения, встроенная справочная системы и т.п.

различные служебные программы, выполняющие низкоуровневые операции (автосохранение, синхронизация совместно используемых файлов и т.д.)

Приведенная логическая структура ППП достаточна условна и в конкретном ППП может отсутствовать четкое разделение программ на предметное и системное обеспечение. Например, программа планирования вычислений, относящаяся к прикладному обеспечению, может одновременно выполнять и ряд служебных функций (информационное обеспечение, связь с операционной системой и т.п.).

Кроме того, одни и те же программы в одном пакете могут относиться к предметному обеспечению, а в другом - к системному. Так, программы построения диаграмм в рамках специализированного пакета машинной графики естественно отнести к предметному обеспечению. Однако те же программы следует считать вспомогательными и относящимися к системному обеспечению, например, в пакете решения вычислительных задач.

ТЕМА 1.3 ЭВОЛЮЦИЯ ППП. ПРИМЕРЫ СОВРЕМЕННЫХ ППП

Этапы развития ППП

Первые ППП представляли собой простые тематические подборки программ для решения отдельных задач в той или иной прикладной области, обращение к ним выполнялось с помощью средств оболочки ОС или из других программ. Современный пакет является сложной программной системой, включающей специализированные системные и языковые средства. В относительно короткой истории развития вычислительных ППП можно выделить *4 основных поколения* (класса) пакетов. Каждый из этих: классов характеризуется определенными

особенностями входящих состав ППП компонентов - входных языков, предметного и системного обеспечения.

Первое поколение

В качестве входных языков ППП первого поколения использовались универсальные языки программирования (Фортран, Алгол-60 и т.п.) или языки управления заданиями соответствующих операционных систем. Проблемная ориентация входных языков достигалась за счет соответствующей мнемоники в идентификаторах. Составление заданий на таком языке практически не отличалось от написания программ на алгоритмическом языке.

Предметное обеспечение первых ППП, как правило, было организовано в форме библиотек программ, т.е. в виде наборов (пакетов) независимых программ на некотором базовом языке программирования (отсюда впервые возник и сам термин «пакет»). Такие ППП иногда называют *пакетами библиотечного типа*, или *пакетами простой структуры*.

В качестве системного обеспечения пакетов первого поколения обычно использовались штатные компоненты программного обеспечения ЭВМ: компиляторы с алгоритмических языков, редакторы текстов, средства организации библиотек программ, архивные системы и т.д. Эти пакеты не требовали сколько-нибудь развитой системной поддержки, и для их функционирования вполне хватало указанных системных средств общего назначения. В большинстве случаев разработчиками таких пакетов были прикладные программисты, которые пытались приспособить универсальные языки программирования к своим нуждам.

Второе поколение

Разработка ППП второго поколения осуществлялась уже с участием системных программистов. Это привело к появлению специализированных входных языков на базе универсальных языков программирования. Проблемная ориентация таких языков достигалась не только за счет использования определенной мнемоники, но также применением соответствующих языковых конструкций, которые упрощали формулировку задачи и делали ее более наглядной. Транслятор с такого языка представлял собой препроцессор (чаще всего макропроцессор) к транслятору соответствующего алгоритмического языка.

В качестве модулей в пакетах этого класса стали использоваться не только программные единицы (т.е. законченные программы на том или ином языке программирования), но и такие объекты, как последовательность операторов языка программирования, совокупность данных, схема счета и др.

Существенные изменения претерпели также принципы организации системного обеспечения ППП. В достаточно развитых пакетах второго поколения уже можно выделить элементы системного обеспечения, характерные для современных пакетов: монитор, трансляторы с входных языков, специализированные банки данных, средства описания модели предметной области и планирования вычислений и др.

Третье поколение

Третий этап развития ППП характеризуется появлением самостоятельных входных языков, ориентированных на пользователей-непрограммистов. Особое внимание в таких ППП уделяется системным компонентам, обеспечивающим простоту и удобство. Это достигается главным образом за счет специализации входных языков и включения в состав пакета средств автоматизированного планирования вычислений.

Четвертое поколение

Четвертый этап характеризуется созданием ППП, эксплуатируемых в интерактивном режиме работы. Основным преимуществом диалогового взаимодействия с ЭВМ является возможность активной обратной связи с пользователем в процессе постановки задачи, ее решения и анализа полученных результатов. Появление и интенсивное развитие различных форм диалогового общения обусловлено прежде всего прогрессом в области технических средств (графическая подсистема ЭВМ и средства мультимедиа, сетевые средства). Развитие аппаратного обеспечения повлекло за собой создание разнообразных программных средств поддержки диалогового режима работы (диалоговые операционные системы, диалоговые пакеты программ различного назначения и т. д.).

Прикладная система состоит из *диалогового монитора* - набора универсальных программ, обеспечивающих ведение диалога и обмен данными, и базы знаний об области. Информация о структуре, целях и форма диалога задает сценарий, в соответствии с который монитор управляет ходом диалога. Носителями процедурных знаний о предметной области являются прикладные модули, реализующие функции собственной системы. Таким образом, создание прикладной системы сводится к настройке диалогового монитора на конкретный диалог, путем заполнения базы знаний. При этом программировать в традиционном смысле этого слова приходится лишь прикладные модули, знания о диалоге вводятся в систему с помощью набора соответствующих средств - редактора сценариев. Логично требовать, чтобы редактор сценариев также представлял собой диалоговую программу, отвечавшую

рассмотренным выше требованиям. Благодаря готовому универсальному монитору программист может сосредоточиться на решении чисто прикладных задач, выделение же знаний о диалоге в сценарий обеспечивает в значительной степени необходимая гибкость программного продукта.

Большое внимание в настоящее время уделяется проблеме создания *«интеллектуальных ППП»*. Такой пакет позволяет конечному пользователю лишь сформулировать свою задачу в содержательных терминах, не указывая алгоритма ее решения. Синтез решения и сборка целевой программы производятся автоматически. При этом детали вычислений скрыты от пользователя, и компьютер становится интеллектуальным партнером человека, способным понимать его задачи. Предметное обеспечение подобного ППП представляет собой некоторую базу знаний, содержащую как процедурные, так и описательные знания. Такой способ решения иногда называют концептуальным программированием, характерными особенностями которого является программирование в терминах предметной области использование ЭВМ уже на этапе постановки задач, автоматический синтез программ решения задачи, накопление знаний о решаемых задачах в базе знаний.

Краткий обзор некоторых ППП

Для иллюстрации ранее рассмотренных материалов приведем несколько примеров современных пакетов прикладных программ из различных предметных областей. Учитывая, что постоянно появляются новые версии программных продуктов, здесь будут рассматриваться не возможности конкретных версий, а лишь основные структурные компоненты, входящие в состав того или иного пакета.

Autodesk AutoCAD

Основное назначение ППП AutoCAD - создание чертежей и проектной документации. Современные версии этого пакета представляют существенно большие возможности, среди которых построение трехмерных твердотельных моделей, инженерно-технические расчеты и многое другое.

Первые версии системы AutoCAD, разрабатываемой американской фирмой Autodesk, появились еще в начале 80-х годов двадцатого века, и сразу же привлекли к себе внимание своим оригинальным оформлением и удобством для пользователя. Постоянное развитие системы, учет замечаний, интеграция с новыми продуктами других ведущих фирм сделали

AutoCAD мировым лидером на рынке программного обеспечения для автоматизированного проектирования.

Языковые средства

В основе языковых средств ППП AutoCAD - технология Visual LISP, базирующаяся на языке AutoLISP (подмножество языка LISP) и используемая для создания приложений и управления в AutoCAD. Visual LISP представляет полное окружение, включающее:

- Интегрированную среду разработки, облегчающую написание, отладку и сопровождение приложений на AutoLISP
- Доступ к объектам ActiveX и обработчикам событий
- Защиту исходного кода
- Доступ к файловым функциям операционной системы
- Расширенные функции языка LISP для обработки списочных структур данных.

Для разработчиков совместимых приложений в AutoCAD включена поддержка ObjectARX. Это программное окружение представляет объектно-ориентированный интерфейс для приложений на языках C++, C# и VB.NET и обеспечивает прямой доступ к структурам БД, графической подсистеме и встроенным командам пакета.

Кроме того, в AutoCAD имеется поддержка языка Visual Basic for Applications (VBA), что позволяет использовать этот пакет совместно с другими приложениями, в частности, из семейства Microsoft Office.

Предметное обеспечение

К предметному обеспечению пакета в первую очередь относятся функции построения примитивов - различных элементов чертежа. Простые примитивы - это такие объекты как точка, отрезок, круг (окружность) и т.д. К сложным примитивам относятся: полилиния, мультилиния, мультитекст (многострочный текст), размер, выноска, допуск, штриховка, вхождение блока или внешней ссылки, атрибут, растровое изображение. Кроме того, есть пространственные примитивы, видовые экраны и пр. Операции построения *большей части* примитивов могут быть выполнены через пользовательский интерфейс, *все* - через команды языка.

Высокоуровневые средства представлены расширениями и приложениями AutoCAD для конкретных предметных областей. Например в машиностроении используется Autodesk

Mechanical Desktop - предназначенный для сложного трехмерного моделирования, в том числе валов и пружин. Для проектирования деталей из листовых материалов предназначена система Copra Sheet Metal Bender Desktop (разработчик - Data-M Software GmbH). Моделирование динамики работы механизмов может выполняться в системе Dynamic Designer (Mechanical Dynamics). В числе известных архитектурных и строительных приложений можно отметить системы АРКО (АПИО-Центр), СПДС GraphiCS (Consistent Software), ArchiCAD. Для проектирования промышленных объектов может использоваться система PLANT-4D (CEA Technology). Это лишь некоторые из областей использования AutoCAD.

Системное обеспечение

Среди системного обеспечения следует отметить основной формат файлов AutoCAD .dwg, который стал стандартом «де факто» для прочих САПР.

К системному же обеспечению относятся типовые и специализированные библиотеки деталей и шаблонов, использование которых позволяет существенно ускорить процесс проектирования. Здесь же упомянем требования отраслевых и государственных стандартов, которым должны соответствовать чертежи и спецификации.

Конфигурация и настройки различных режимов AutoCAD устанавливаются через т.н. системные переменные. Изменяя их значения можно задавать пути к файлам, точность вычислений, формат вывода и многое другое.

Adobe Flash

Adobe (ранее Macromedia) Flash - это технология и инструментарий разработки интерактивного содержания с большими функциональными возможностями для цифровых, веб- и мобильных платформ. Она позволяет создавать компактные, масштабируемые анимированные приложения (ролики), которые можно использовать как отдельно, так и встраивая в различное окружение (в частности, в веб-страницы). Эти возможности обеспечиваются следующими компонентами технологии: языком Action Script, векторным форматом .swf и видеоформатом .flv, всевозможными flash-плейерами для просмотра и редакторами для создания.

Рассмотрим интегрированную среду Adobe Flash как основное средство создания flash-приложений. При этом отметим, что языковые и системные средства относятся не только к этому пакету, а к технологии в целом.

Язык ActionScript

ActionScript — объектно-ориентированный язык программирования, который добавляет интерактивность, обработку данных и многое другое в содержимое Flash-приложений. Синтаксис ActionScript основан на спецификации ECMAScript (сюда же относятся языки JavaScript и JScript). Библиотека классов ActionScript, написанная на C++, представляет доступ к графическим примитивам, фильтрам, принтерам, геометрическим функциям и пр.

ActionScript как язык появился с выходом 5 версии Adobe (тогда еще Macromedia) Flash, которая стала первой программируемой на ActionScript средой. Первый релиз языка назывался ActionScript 1.0. Flash 6 (MX). В 2004 году Macromedia представила новую версию ActionScript 2.0 вместе с выходом Flash 7 (MX 2004), в которой было введено строгое определение типов, основанное на классах программирование: наследование, интерфейсы и т. д. Также Macromedia была выпущена модификация языка Flash Lite для программирования под мобильные телефоны. ActionScript 2.0 является не более чем надстройкой над ActionScript 1.0, то есть на этапе компиляции ActionScript 2.0 осуществляет некую проверку и превращает классы, методы ActionScript 2.0 в прежние прототипы и функции ActionScript 1.0.

В 2005 году вышел ActionScript 3.0 в среде программирования Adobe Flex, а позже в Adobe Flash 9.

ActionScript 3.0 (текущая версия на момент подготовки этого материала) представляет, по сравнению с ActionScript 2.0 качественное изменение, он использует новую виртуальную машину AVM 2.0 и дает взамен прежнего формального синтаксиса классов настоящее классовое (class-based) Объектно-ориентированное программирование. ActionScript 3.0 существенно производительней предыдущих версий и по скорости приблизился к таким языкам программирования, как Java и C++.

С помощью ActionScript можно создавать интерактивные мультимедиа-приложения, игры, веб-сайты и многое другое.

Системное обеспечение

ActionScript исполняется виртуальной машиной (ActionScript Virtual Machine), которая является составной частью Flash Player. ActionScript компилируется в байткод, который включается в SWF-файл.

SWF-файлы исполняются Flash Player-ом. Flash Player существует в виде плагина к веб-браузеру, а также как самостоятельное исполняемое приложение. Во втором случае возможно создание исполняемых exe-файлов, когда swf-файл включается во Flash Player.

Для создания и просмотра видеофайлов в формате flv используются программные кодеки, поддерживающие этот формат.

Прикладное обеспечение

К прикладному обеспечению в рамках технологии Flash относятся средства создания роликов в форматах .swf, .flv и .exe. Основным инструментом является среда среда Adode Flash, включающая различные средства для создания и редактирования мультимедийного содержания, в т.ч. видео- и аудиофайлов, интегрированную среду разработки на ActionScript и множество дополнительных функций упрощения процесса создания роликов.

Пакет MatLab

MatLab (сокращение от англ. «Matrix Laboratory») — пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений, и язык программирования, используемый в этом пакете. По данным фирмы-разработчика, более 1000000 инженерных и научных работников используют этот пакет, который работает на большинстве современных операционных систем, включая GNU/Linux, Mac OS, Solaris и Microsoft Windows.

Язык MatLab

MATLAB как язык программирования был разработан Кливом Моулером (англ. Cleve Moler) в конце 1970-х годов. Целью разработки служила задача использования программных математических библиотек Linpack и EISPACK без необходимости изучения языка Фортран. Акцент был сделан на матричные алгоритмы.

Программы, написанные на MATLAB, бывают двух типов — функции и скрипты. Функции имеют входные и выходные аргументы, а также собственное рабочее пространство для хранения промежуточных результатов вычислений и переменных. Скрипты же используют общее рабочее пространство. Как скрипты, так и функции не компилируются в машинный код, а сохраняются в виде текстовых файлов. Существует также возможность сохранять так называемые pre-parsed программы — функции и скрипты, приведенные в вид, удобный для машинного исполнения и, как следствие, более быстрые по сравнению с обычными.

Системное обеспечение

Язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования. Имеются интерфейсы для получения доступа к внешним данным, клиентам и серверам, общающимся через технологии Component Object Model (COM) или Dynamic Data Exchange (DDE), а также периферийным устройствам, которые взаимодействуют напрямую с MATLAB. Многие из этих возможностей известны под названием MATLAB API.

Встроенная среда разработки позволяет создавать графические интерфейсы пользователя с различными элементами управления, такими как кнопки, поля ввода и другими. С помощью компонента MATLAB Compiler эти графические интерфейсы могут быть преобразованы в самостоятельные приложения.

Для MATLAB имеется возможность создавать специальные наборы инструментов (англ. toolbox), расширяющие его функциональность. Наборы инструментов представляют собой коллекции функций, написанных на языке MATLAB для решения определенного класса задач.

Прикладное обеспечение

MATLAB предоставляет удобные средства для разработки алгоритмов, включая высокоуровневые с использованием концепций объектно-ориентированного программирования. В нем имеются все необходимые средства интегрированной среды разработки, включая отладчик и профайлер.

MATLAB предоставляет пользователю большое количество (несколько сотен) функций для анализа данных, покрывающие практически все области математики, в частности:

- Матрицы и линейная алгебра — алгебра матриц, линейные уравнения, собственные значения и вектора, сингулярности, факторизация матриц и другие.
- Многочлены и интерполяция — корни многочленов, операции над многочленами и их дифференцирование, интерполяция и экстраполяция кривых и другие.
- Математическая статистика и анализ данных — статистические функции, статистическая регрессия, цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье и другие.
- Обработка данных — набор специальных функций, включая построение графиков, оптимизацию, поиск нулей, численное интегрирование (в квадратурах) и другие.

- Дифференциальные уравнения — решение дифференциальных и дифференциально-алгебраических уравнений, дифференциальных уравнений с запаздыванием, уравнений с ограничениями, уравнений в частных производных и другие.
- Разреженные матрицы — специальный класс данных пакета MATLAB, использующийся в специализированных приложениях.

В составе пакета имеется большое количество функций для построения графиков, в том числе трехмерных, визуального анализа данных и создания анимированных роликов, функции для создания алгоритмов для микроконтроллеров и других приложений.

ЧАСТЬ II. ППП MSOFFICE

ТЕМА 2.1 СТРУКТУРА И СОСТАВ MS OFFICE. ОСНОВНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Структура MS Office и назначение компонентов

ППП Microsoft Office - это совокупность программных средств автоматизации офисной деятельности. В состав пакета входит множество приложений, каждое из которых предназначено для выполнения определенных функций и может быть использовано автономно и независимо от остальных. Весь набор офисных приложений можно разделить на *основные* и *дополнительные*.

Основные компоненты Microsoft Office

Список и назначение основных компонентов, входящих в состав Microsoft Office приведен в таб. 1.

Таблица 1. Основные компоненты Microsoft Office

Название приложения	Функциональное назначение приложения
Microsoft Word	Текстовый процессор
Microsoft Excel	Табличный процессор
Microsoft PowerPoint	Система подготовки презентаций
Outlook	Система управления персональной информацией
Microsoft Access	Система управления базами данных
Microsoft Binder	Система управления подшивками

Microsoft FrontPage	Система управления Web-узлами
Microsoft PhotoDraw	Графический редактор
Microsoft Publisher	Настольная издательская система
Microsoft Project	Система управления проектами
Microsoft Team Manager	Система управления персоналом

Дополнительные компоненты MS Office

Кроме основных компонентов, в семейство Microsoft Office входит большое количество вспомогательных приложений, которые устанавливаются (или не устанавливаются) вместе с основными. Ими можно воспользоваться из основных приложений или вызвать независимо. В таб. 2 перечислены некоторые из вспомогательных приложений.

Таблица 2. Некоторые вспомогательные приложения Microsoft Office

Название приложения	**Функциональное назначение приложения**
Microsoft Query	Интерпретатор запросов к внешним базам данных
Microsoft Organization Chart	Программа рисования блок-схем
Microsoft WordArt	Программа создания фигурных текстов
Microsoft Equation	Редактор математических формул
Microsoft Map	Программа отображения данных на географических картах
Microsoft Graph	Программа построения диаграмм
Microsoft Photo Editor	Графический редактор
Microsoft Draw	Средство рисования
Microsoft Find Fast	Служба индексации документов
Microsoft Extended Finder	Средство поиска документов в папках файловой системы и электронной почты
Microsoft Script Editor	Редактор сценариев
Microsoft ClipArt	Коллекция картинок и клипов
Панель Microsoft Office	Средство быстрого доступа к приложениям Office

Кроме основных и вспомогательных приложений, могут быть установлены и использованы различные расширения (надстройки). Их можно условно разделить на три группы:

1. *Самостоятельные приложения*, разработанные фирмой Microsoft, которые являются компонентами семейства Microsoft Office, но формально не входят в состав пакета. Примерами являются приложения Microsoft Project и Microsoft Team Manager.
2. *Надстройки* над компонентами Microsoft Office, разработанные фирмой Microsoft и представляющие собой дополнительные функции. Как правило, надстройки оформляются не в виде готовых к выполнению программ, а в виде документов специального типа: шаблонов, рабочих книг, библиотек динамической компоновки (DLL) и т.п.
3. *Приложения третьих фирм*, разработанные для пользователей Microsoft Office. В этот класс попадают как продукты сторонних фирм, так и собственные разработки пользователей. Сюда можно отнести средства распознавания текстов (OCR), автоматического перевода текста, средства управления большими массивами документов (перечисленные задачи не реализованы или слабо развиты в самом пакете MS
   Office).

Приведенный перечень основных компонентов носит условный характер, поскольку состав пакета зависит от следующих факторов:

1. *Устанавливаемый комплект (или редакция) пакета*. Пакет выпускается в нескольких редакциях, и состав приложений в разных редакциях различен.
2. *Источник установки. Установка* может быть выполнена с компакт-диска или с сетевого сервера. Наборы файлов, которые устанавливаются на компьютер, существенно различаются.
3. *Операционная система*. Microsoft Office может работать под управлением различных ОС: MS Windows и Mac OS. Эти операционные системы могут иметь разные версии и модификации, что также влияет на состав устанавливаемых компонентов.

4. *Наличие на компьютере в момент установки предшествующих версий*. Некоторые компоненты старых версий автоматически включаются в состав обновляемой версии Microsoft Office (если они уже установлены на компьютере).
5. *Параметры, заданные при установке*. В случае так называемой выборочной (т.е. по выбору пользователя) установки, можно указать несколько десятков независимых параметров, влияющих на состав пакета.

Несмотря на большое число различных приложений в составе пакета, все они в совокупности образуют единое целое. Для каждого из приложений MS Office характерно наличие следующих отличительных признаков:

1. совместимость по данным;
2. унифицированный интерфейс;
3. единые средства программирования.

Документы Microsoft Office

Единица данных самого верхнего уровня структуризации в Microsoft Office называется **документом**.

Документы классифицируются по типам в зависимости от того, какого сорта информация в них хранится. Как правило, документы разных типов обрабатываются разными приложениями Microsoft Office. Основные типы документов, с которыми работают программы Microsoft Office, перечислены в таб. 3.

Таблица 3. Основные типы документов Microsoft Office

Название	Расширение	Приложение	Краткое описание
Документ	.doc	Word	Основной тип документов Word. Содержит форматированный текст, т.е. текст с дополнительной информацией о шрифтах, отступах, интервалах и т.п., а также рисунки, таблицы и другие элементы
Рабочая книга	.xls	Excel	Основной тип документов Excel. Содержит данные различных типов: формулы, диаграммы и макросы
База данных	.mdb	Access	Основной тип документов Access. Содержит как собственно базу данных, то есть совокупность таблиц, так и соответствующие запросы, макросы, модули, формы и отчеты

Презентация	.ppt	PowerPoint	Основной тип документов PowerPoint. Содержит презентацию, состоящую из набора слайдов, заметок выступающего, раздаточных материалов и другой информации
Публикация	.pub	Publisher	Основной тип документов Publisher. Как и Word, содержит форматированный текст, рисунки, таблицы и т.п.
План проекта	.mpp	Project	Основной тип документов Project. Содержит календарный план проекта, описание задач, ресурсов и их взаимосвязи

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующий вывод: входящие в состав пакета MS Office приложения способны тесно взаимодействовать при решении прикладных задач; они создают единую информационную среду и позволяют обмениваться объектами. Документы Microsoft Office являются частными примерами объектов. Поэтому Microsoft Office является *документо-ориентированным пакетом* (средой).

Программная среда

Основным средством разработки приложений в MS Office является комплексное решение на основе языка Visual Basic, а именно - Visual Basic for Application (VBA). Эта технология включает макрорекордер, интерпретатор Visual Basic, интегрированную среду разработки с встроенным отладчиком, библиотеки времени выполнения (runtime library) и библиотеки типов, представляющие объекты пакета. Эти средства позволяют расширять функциональность пакета и адаптировать его к решению специализированных задач.

Интерфейс MS Office

Приложения Microsoft Office имеют унифицированный интерфейс, суть которого заключается в следующем: сходные функции имеют одинаковое обозначение (название команды или значок на кнопке), а несходные функции имеют различные обозначения.

В большей степени унификация коснулась интерфейсов таких приложений, как Microsoft Word, Microsoft Excel и Microsoft PowerPoint.

Одним из достоинств пакета Microsoft Office является последовательное использование графического интерфейса пользователя (Graphical User Interface, GUI), представляемого операционной системой и различных элементов управления. Как

правило, отдельные элементы группируются в более крупные конструкции, такие как окна, панели инструментов, меню. Рассмотрим характеристику каждой из этих групп.

Оконный интерфейс

Оконный интерфейс - такой способ организации пользовательского интерфейса программы, когда каждая интегральная часть располагается в *окне* — собственном субэкранном пространстве, находящемся в произвольном месте «над» основным экраном. Несколько окон одновременно располагающихся на экране могут перекрываться, находясь
«выше» или «ниже» друг относительно друг

В MS Office использует окна четырех типов:

- окно приложения;
- окно документа; • диалоговое окно;
- форма.

Панели инструментов

Панели инструментов - это элементы пользовательского интерфейса, на которых могут располагаются такие элементы управления, как кнопки быстрого вызова и раскрывающиеся списки. Панели инструментов разных приложений могут содержать кнопки, сходные по функциям и внешнему виду, что упрощает освоение интерфейса Microsoft Office.

Панели инструментов могут быть:

- пристыкованными вдоль границы окна приложения;
- плавающими, т.е. находится в любой части окна приложения;
- представленными в отдельных окнах; в этом случае форму и размеры панели инструментов можно менять произвольно.

Меню

Меню представляет доступ к иерархическим спискам доступных команд. Результатом выбора команды из меню может быть:

- непосредственное выполнение некоторого действия;
- раскрытие еще одного меню;

- раскрытие диалогового окна или формы.

Меню интерфейса Microsoft Office, кроме строки меню любого приложения, можно разделить (по способу перехода к ним) на раскрывающиеся и контекстные (или всплывающие).

Элементы управления

Элементы управления - это объекты оконного интерфейса, реализующие типовые операции с интерфейсом: щелчок мышью, выбор из списка, выбор вариантов, прокрутка и т.п. К элементам управления относятся следующие: кнопки, текстовые поля (или поля ввода), флажки, переключатели, списки и раскрывающиеся списки, полосы прокрутки, палитры, счетчики и прочие, специфичные для некоторых приложений или условий.

ТЕМА 2.2 ВВЕДЕНИЕ В ОФИСНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Офисное программирование — это процесс разработки приложений, предназначенных для автоматизации офисной деятельности с использованием специализированных пакетов (MS Office, OpenOffice.org или подобных).

Офисное программирование имеет ряд особенностей, отличающих его от программирования в общем смысле:

- цели разработки;
- область применения;
- макроязык;
- среда разработки;
- поддержка объектно-ориентированного программирования.

Рассмотрим эти особенности на примере MS Office.

Цели разработки

В офисной среде *программный проект неразрывно связан с документом*, хранится как часть документа и не может существовать независимо от него. *Документ, а не программа, является целью разработки.*

Стандартные возможности среды по работе с документами велики. Однако возможность изменить типовой документ, снабдив его дополнительными функциями – это одна из важнейших задач офисного программирования. Для ее решения офисная среда представляет совокупность библиотек классов, которые составляют каркас (Framework)

текстовых документов, электронных таблиц, презентаций, баз данных и приложений на основе этих документов. Всякий раз, когда создается новый документ, его каркас составляют объекты библиотек, заданные по умолчанию. Этот каркас можно существенно изменить, добавив в документ новые свойства. Расширение каркаса не требует от программиста значительных усилий – достаточно включить в него необходимые библиотеки классов.

Область применения

Область применения офисного программирования широка – от настройки отдельных документов до решения задач автоматизации офисной деятельности масштаба предприятия, в т.ч. ориентированных на совместную работу в глобальной сети.

Visual Basic for Application

Visual Basic для приложений (Visual Basic for Application, VBA) – это инструмент разработки приложений, который позволяет создавать программные продукты, решающие практически все задачи, встречающиеся в среде Windows. Эти продукты можно использовать, например, для оформления документов (подготовки текстов) или анализа данных таблиц (электронных таблиц). VBA – уникальное приложение, поскольку оно встраивается в другое приложение и расширяет его функциональные возможности.

Visual Basic for Application (VBA) - стандартный макроязык пакета Microsoft Office, предназначенный для расширения функциональных возможностей приложения в котором используется.

С помощью VBA можно:

- создать собственное диалоговое окно и придать ему требуемый внешний вид;
- создать макросы, расширяющие функциональные возможности приложения, в которое встроен VBA;
- изменить меню приложения Microsoft Office;
- управлять другим приложением Microsoft Office или принадлежащими ему данными;
- объединить данные из нескольких приложений Microsoft Office в одном документе;
- автоматически создавать или изменять страницы Web, совместно используя приложения Microsoft Office и VBA.

Для разработчика доступны следующие инструменты и средства, которые используются при создании проекта VBA:

- отладка приложений без предварительной компиляции;
- средства Win32 API;
- SQL и объекты доступа к данным для управления данными и извлечения их из внешних источников данных, таких как Microsoft SQL Server;
- построение и проверка элементов интерфейса непосредственно в среде разработки VBA (Integrated Development Environment, IDE);
- связывание программ и процедур с событиями, которые возникают в приложениях VBA.

Среда разработки

Среда приложений Office ориентирована в первую очередь на пользователей, а не на программистов и в ней можно создавать документы без всякого программирования. Поэтому программист обычно начинает работать с документами не на пустом месте, а с их заготовками, созданными пользователями, т.е. и сам программист может выступать в роли пользователя. Средства совместной работы над документами Office обеспечивают одновременную работу программистов и пользователей.

Среда MS Office предлагает два способа создания программ, отличающихся подходом к процессу: использование макрорекордера и ручное кодирование (на языке VBA). Эти подходы ориентированы на разные категории: непосредственно пользователей и программистов соответственно.

Макрорекордер (MacroRecorder) – это программный инструмент, записывающий действия пользователя при работе с документами и приложениями, с сохранением записи в виде макроса -исходного кода на языке VBA. При вызове сохраненного макроса воспроизводится вся сохраненная последовательность действий.

Макрорекордер представляет возможность создания программного проекта или, по крайней мере, его отдельных компонентов автоматически, без программирования. Для записи и воспроизведения макроса не требуется специальных знаний, поэтому пользователь может самостоятельно создавать программы (макросы), в общем случае даже не представляя себе, как они работают.

Для программиста макрорекордер полезен тем, что позволяет создавать фрагменты программы автоматически, тем самым увеличивая скорость разработки и уменьшая время отладки.

Интегрированная среда разработки на VBA (Visual Basic Environment, VBA) - встроенное в MS Office средство для написания, тестирования и отладки приложений на VBA. Среда VBA представляет все возможности для создания законченных офисных приложений, включая средства визуального проектирования пользовательского интерфейса. VBA ориентирована на использование программистами для разработки офисных приложений (это отнюдь не означает, что пользователи не могут применять VBA).

Поддержка ООП

Разработка приложений для MS Office тесно связана с парадигмой объектно-ориентированного программирования. Все документы (более того, сами компоненты пакета) в MS Office - суть объекты, наделенные собственными наборами свойств (характеристик объекта), методов (подпрограмм управления свойствами) и событий (подпрограмм, обрабатывающих изменения состояния объекта в результате некоторых действий). Соответственно, для обеспечения более полной интеграции с пакетом, входной язык (VBA) также поддерживает ООП.

Все объекты приложения MS Office образуют иерархическую структуру, которая определяет связь между ними и способ доступа. Такая структура называется объектной моделью (object model). За рамки объектной модели выходят, но также могут использоваться в офисных приложениях, внешние объекты, поддерживающие технологии DDE, OLE/ActiveX и ряд других.

В объектно-ориентированную концепцию удачно вписывается технология *визуального программирования*. Все отображаемые элементы графического интерфейса, такие как формы, элементы управления, меню и панели инструментов являются объектами, наделенными набором свойств и методов и способными реагировать на события (например, щелчки мыши, нажатия клавиш и т.п.). При визуальном подходе не требуется программного задания (хотя это и возможно) их основных свойств (например, ширина или высота, цвет фона и т.п.). Эти свойства можно задать при помощи мыши (например, ширину и высоту формы путем операции "перетаскивания" маркеров) или

установить их в окне свойств (название формы, цвет фона формы и т. д.). Таким образом, визуальное программирование делает проектирование интерфейса программы более наглядным и быстрым. При этом сохраняется возможность управлять всеми объектами и программно.

Преимущества офисного программирования

Преимущества, которые получает конечный пользователь, использующий программируемые офисные документы:

- Пользователь получает документы, обладающие новыми функциями и способные решать задачи, характерные для проблемной области пользователя.
- Пользователь находится в единой офисной среде независимо от того, с каким документом он работает в данный момент и какой программист разрабатывал этот документ.
- Большинство доступных при работе с документами функций являются общими для всех документов, поскольку их предоставляет сама офисная среда. Единый стиль интерфейса разных документов облегчает работу с ними.
- Пользователь сам, не будучи программистом, способен создавать простые виды программируемых офисных документов, постепенно совершенствуясь в этой деятельности.

Преимущества, которые получает программист, работающий в Office:

- В распоряжении программиста находится мощная интегрированная среда. Для него эта среда представлена в виде совокупности хорошо организованных объектов, доступных в языке программирования и по принципу работы ничем не отличающихся от встроенных объектов языка или объектов, создаваемых самим программистом.
- Большинство повседневных задач становятся для него простыми, – чтобы их решить, зачастую достаточно стандартных средств.
- Там, где стандартных средств не хватает, где у документа должны появиться новые функциональные возможности, где необходимо создать документ по заказу, вступает в силу язык программирования – VBA, существенная особенность которого – возможность работы с объектами любого из приложений Office.

- Офисное программирование позволяет применять на практике идеи компонентного программирования. Компонентный подход предполагает взаимодействие компонентов, создаваемых в разных программных средах, на разных языках, на разных платформах и находящихся на разных машинах. Работа с компонентами (DLL, ActiveX, AddIns, ComAddIns) является неотъемлемой частью офисного программирования.

ТЕМА 2.3 МАКРОСЫ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОРЕКОРДЕРА

Макросы

Независимо от используемых операционной системы и программных приложений MS Office пользователь часто выполняет одни и те же последовательности команд для многих рутинных задач. Вместо повторения последовательности команд каждый раз, когда необходимо выполнить какую-либо задачу, можно создать макрос (macro), который вместо пользователя будет выполнять эту последовательность. Термин macro произошел от греческого слова, означающего расширенный или растянутый.

Макрос – это программа (в контексте офисного программирования - созданная автоматически), состоящая из списка команд, которые должны быть выполнены приложением.

Основными преимуществами использования макросов являются:

- повышение точности и скорости работы, поскольку компьютеры лучше приспособлены для выполнения повторяющихся задач, чем человек;
- при выполнении макросов обычно нет необходимости в присутствии человека-оператора; в случае, если макрос очень длинный и выполняет операции, требующие значительного времени (например, поиск в базе данных и сортировка), пользователь может переключиться на другое приложение.

Макрос служит для объединения нескольких различных действий в одну процедуру, которую можно легко вызвать. Этот список команд состоит в основном из макрокоманд, которые тесно связаны с приложением, в котором создается макрос – т.е. с командами Word, Excel или других приложений Microsoft Office.

Можно выделить *три основные разновидности макросов*:

1. *Командные макросы* – это наиболее распространенные макросы, обычно состоящие из операторов, эквивалентным тем или иным командам меню или параметрам диалоговых окон. Основным предназначением такого макроса является выполнение действий, аналогичных командам меню – т.е. изменение окружения и основных объектов приложения.
2. *Пользовательские функции* – работают аналогично встроенным функциям приложения. Отличие этих функций от командных макросов состоит в том, что они используют значения передаваемых им аргументов, производят некоторые вычисления и возвращают результат в точку вызова, но не изменяют среды приложения.
3. *Макрофункции* – представляют сочетание командных макросов и пользовательских функций. Они могут использовать аргументы и возвращать результат, подобно пользовательским функциям, а также могут изменять среду приложения, как и командные макросы. Чаще всего эти макросы вызываются из других макросов, и активно используются для модульного программирования.

Поддержка макросов позволяет порой обойтись вообще безо всякого программирования: достаточно включить автоматическую запись выполняемых пользователем действий и в результате получить готовый макрос, а затем назначить ему кнопку на панели инструментов или новую команду меню, которые будут использоваться для вызова. Простые макросы удается создавать, не написав вручную ни одной строки программного кода.

Для разработки же серьезных приложений приходится программировать.

Таким образом, различают 2 способа разработки макроса:

- автоматическое создание, с использованием макрорекордера;
- написание макроса "с нуля", используя язык программирования VBA.

Отметим, что возможен и комбинированный подход: фрагменты будущей программы записываются автоматически, а затем они корректируются и дополняются "рукописным" кодом.

Для записи макросов из приложений Microsoft Office используется **макрорекордер**. Это встроенный инструмент, который фиксирует все действия пользователя, включая ошибки и неправильные запуски. При выполнении макроса интерпретируется каждая

записанная макрорекордером команда точно в такой последовательности, в которой пользователь выполнял их во время записи.

Для **записи макроса** в приложении Microsoft Office можно использовать меню "Сервис/Макрос/Начать запись" или выбрать кнопку "Записать макрос" на панели инструментов Visual Basic. До начала записи нужно указать имя макроса и определить, где он будет храниться и как будет доступен. Затем выполнить действия, которые требуется сохранить в макросе. Для завершения записи нужно на панели инструментов "Остановка записи" щелкнуть кнопку "Остановить запись".

Для **выполнения макроса** необходимо:

1. Установить курсор в место вставки выполнения макроса.
2. Выбрать пункт меню "Сервис/Макрос/Макросы".
3. В появившемся диалоговом окне "Макрос" выбрать имя нужного макроса и выбрать "Выполнить".

Чтобы **просмотреть код** записанного макроса, надо выбрать меню "Сервис/Макрос/Макросы". В появившемся диалоговом окне выбрать имя нужного макроса и щелкнуть кнопку "Изменить". Исходный код указанного макроса будет загружен в окно редактора Visual Basic.

Структура записанного макроса

Макросы, создаваемые макрорекордером MS Office, сохраняются в специальной части файла данных, называемой *модулем*. Модуль VBA содержит исходный код программы на языке VBA. Фактически макрос является подпрограммой (а точнее, процедурой) VBA. Записанный макрос имеет строго определенную структуру. Ниже представлен исходный код простого макроса, созданного в Microsoft Word.

Листинг 1. Пример макроса

```
Sub Hello()
' Макрос изменяет размер, начертание шрифта, выравнивание абзаца и
' выводит надпись в активный документ MS Word
'
    Selection.Font.Size = 24
    Selection.Font.Bold = wdToggle
    Selection.ParagraphFormat.Alignment = wdAlignParagraphCenter
```

```
    Selection.TypeText Text:="Hello, World!"
End Sub
```

В общем виде структуру кода макроса можно представить следующим образом[2]:

```
Sub имяМакроса ()
' текст комментария
    Оператор1
    Оператор2 ...
    ОператорN
End Sub
```

Каждый макрос VBA начинается с ключевого слова Sub, за которым следует имя макроса. Строку, содержащую ключевое слово Sub и имя макроса, называют *строкой объявления (declaration)* макроса. За именем макроса всегда следуют пустые круглые скобки (т.к. макрос является процедурой VBA без параметров).

За строкой объявления макроса следуют строки комментариев. *Комментарий (comment)* – это строка в макросе VBA, которая не содержит инструкций, являющихся частью этого макроса. Каждая строка комментария начинается с символа апострофа ('). Комментарии содержат имя макроса и текст, который был введен пользователем в текстовое поле "Описание" ("Description") диалогового окна "Запись макроса" ("Record Macro") в момент записи этого макроса.

Сразу за объявлением макроса следует *тело макроса (body)*. Каждая строка в теле макроса состоит из одного или более операторов VBA. *Оператор VBA (statement)* – это последовательность ключевых слов и других символов, которые вместе составляют одну полную инструкцию для VBA. Макрос VBA состоит из одного или нескольких операторов.

Конец макроса выделяется ключевой строкой End Sub, завершающей тело макроса.

ТЕМА 2.4 СРЕДА РАЗРАБОТКИ VBA

Visual Basic for Application (VBA) – это система программирования, которая используется как единое средство программирования во всех приложениях Microsoft

[2] Локализованные версии пакета MS Office позволяют использовать в макросах символы национальных алфавитов (например, в идентификаторах). Однако не следует пользоваться этой сомнительной возможностью во избежании сложностей с отладкой и портированием приложений на VBA.

Office. Всякая система программирования включает в себя, по меньшей мере, три составные части:

1. Язык (или языки) программирования.
2. Среду разработки, т.е. набор инструментов для написания программ, редактирования, отладки и т.п.
3. Библиотеку (или библиотеки) стандартных программ, т.е. набор готовых программ (процедур, функций, объектов и т.д.), которые можно использовать как готовые элементы при построении новых программ.

Для создания офисных приложений в MS Office имеется *интегрированная среда разработки* (Integrated Development Environment, *IDE*) с унифицированным интерфейсом. VBA IDE – это набор инструментов разработки программного обеспечения, таких как редактор Visual Basic (Visual Basic Editor, VBA), средства отладки, средства управления проектом и т.д.

Вызов VBA IDE из любого приложения выполняется через комбинацию клавиш Alt+F11 или меню "Сервис/Макрос/Редактор Visual Basic".

Структура VBA

VBA – это стандартное интерфейсное окно, содержащее меню, панели инструментов, другие окна и элементы, которые применяются при создании проектов VBA. Общий вид окна редактора Visual Basic представлен на рис. 3.

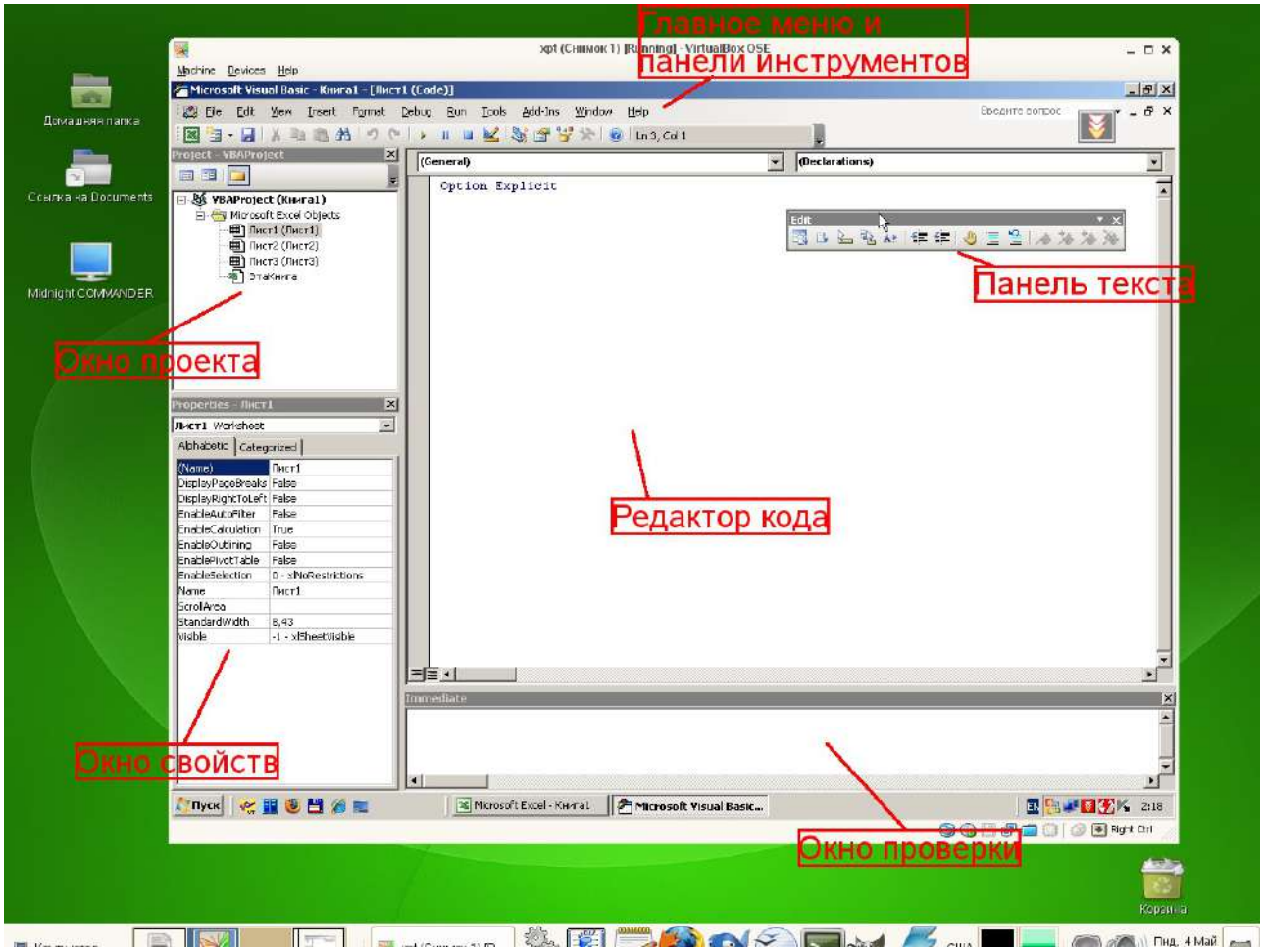


Рисунок 3. Окно редактора Visual Basic

Основными (открывающимися по умолчанию) являются три окна: окно проекта, окно свойств и окно редактирования кода. Краткое описание этих и некоторых других компонентов VBA приведено в таб. 4. Все они доступны через команды, представленные в меню "Вид".

Таблица 4. Назначение компонентов VBA

Наименование окна	**Описание**
Project (Проект)	Предназначено для отображения всех открытых проектов, а также их составляющих: модулей, форм и ссылок на другие проекты
Toolbox (Панель элементов)	Содержит элементы управления для конструирования форм
UserForm	Используется для создания форм путем размещения на них элементов

Наименование окна	Описание
	управления
Code (Программа)	Предназначено для просмотра, написания и редактирования программы на языке VBA. Поскольку среда разработки является многооконной, то для каждого модуля проекта можно открыть отдельное окно
Properties (Свойства)	Отображает свойства выделенных объектов. В этом окне можно задавать новые значения свойств формы и элементов управления
Object Browser (Просмотр объектов)	Отображает классы, свойства, методы, события и константы различных библиотек объектов. Используется для быстрого получения информации об объектах
Immediate (Проверка)	Предназначено для быстрого выполнения вводимых в него инструкций. В данном окне также выводятся результаты выполнения вводимых инструкций
Locals (Локальные переменные)	Автоматически показывает все переменные данной процедуры
Watches (Контрольные значения)	Применяется при отладке программ для просмотра значений выражений

Характеристики компонентов VBA

Окно проекта (Project)

Проект – это совокупность всех программных модулей, связанных с документом Microsoft Office. Окно *Project (Проект)* предназначено для быстрого получения информации о различных составляющих проекта.

Проект может содержать модули следующих видов:

- *Объекты основного приложения*. Проекты VBA выполняются совместно с другими приложениями. Приложение, в котором разрабатывается и выполняется проект VBA, называется основным.
- *Модули форм*. В VBA имеется возможность создавать пользовательские формы, предназначенные для ввода или вывода данных, а также процедуры обработки событий, возникающие в этих формах.

- *Модули кода*. Модульность - один из основных принципов парадигмы структурного программирования. Каждый модуль, как правило, содержит подпрограммы, сход-

  ные по назначению. Небольшие модули проще отлаживать и использовать повторно. В частности, в VBA имеются средства импорта/экспорта готового кода.
- *Модули классов*. VBA позволяет создавать и использовать собственные объекты. Описание объектов включается в модули класса. Каждый модуль класса содержит полную информацию об одном типе объекта.

С помощью окна проекта можно добавить или удалить какой-либо объект из проекта. Модули кода добавляются в проект командой "Вставить/Модуль". Формы создаются командой "Вставить/UserForm", а модули класса командой "Вставить/Модуль класса".

Окно проекта можно использовать также для быстрой навигации по формам проекта и программному коду. Для этого необходимо выбрать в контекстном меню соответственно команды "Объект" или "Программа".

Окно свойств (Properties)

Список свойств выделенного объекта выводится в окне Properties (Свойства). Для того чтобы выделить объект, необходимо с помощью окна проекта выбрать форму и перейти в режим конструктора, используя команду "View Object". Свойства объекта можно упорядочить в алфавитном порядке (Alphabetic (По алфавиту)) или по категориям (Categorized (По категориям)), выбрав соответствующую вкладку. Предусмотрена также возможность получения быстрой справки по какому-либо свойству объекта. Для этого достаточно установить курсор на нужное свойство и нажать клавишу F1.

Окно просмотра объектов(Object Browser)

Окно Object Browser (Просмотр объектов) предназначено для просмотра объектов, доступных при создании программы. Точнее, в этом окне отображаются не сами объекты, а структура соответствующего класса объектов. Окно просмотра объектов может использоваться для поиска метода или свойства объекта.

Окно Code (Окно редактирования кода)

Окно Code (Программа) представляет собой текстовый редактор, предназначенный для написания и редактирования кода процедур приложения. Это окно появляется на экране, например, при создании нового модуля. Код внутри модуля организован в виде отдельных разделов для каждого объекта, программируемого в модуле. Переключение между разделами выполняется путем выбора значений из списка "Object" ("Объект"), который находится в левом верхнем углу окна. Каждый раздел может содержать несколько процедур, которые можно выбрать из списка "Procedure" ("Процедура") в правом верхнем углу.

Интеллектуальные возможности редактора кода:

1. При написании кода пользователю предлагается список компонентов, логически завершающих вводимую пользователем инструкцию.
2. На экране автоматически отображаются сведения о процедурах, функциях, свойствах и методах после набора их имени.
3. Автоматически проверяется синтаксис набранной строки кода сразу после нажатия клавиши Enter. В результате проверки выполняется выделение определенных фрагментов текста:
   - красным цветом – синтаксические ошибки; • синим цветом – зарезервированные ключевые слова;
   - зеленым цветом – комментарии.
4. Если курсор расположить на ключевом слове VBA, имени процедуры, функции, свойства или метода и нажать клавишу F1, то на экране появится окно со справочной информацией об этой функции.

Окно редактирования форм (UserForm)

Для создания диалоговых окон, разрабатываемых приложений VBA, используются формы. Редактор форм является одним из основных средств визуального программирования. При добавлении формы в проект (команда "Insert" – "UserForm" ("Вставить" – "UserForm")) на экран выводится незаполненная форма с панелью инструментов Toolbox (Панель элементов).

Используя панель инструментов Toolbox (Панель элементов) из незаполненной формы конструируется требуемое для приложения диалоговое окно. Размеры формы и

размещаемых на ней элементов управления можно изменять. Также окно редактирования форм поддерживает операции буфера обмена. Кроме того, команды меню "Format" ("Формат") автоматизируют и облегчают процесс выравнивания элементов управления как по их взаимному местоположению, так и по размерам.

Окна отладочной информации

Окно Immediate (Проверка) позволяет ввести инструкцию и выполнить ее. При этом инструкция должна быть записана в одну строку, директивы которой будут выполнены после нажатия клавиши Enter. Данное окно можно использовать для быстрой проверки действий, выполняемой той или иной инструкцией. Это позволяет не запускать всю процедуру, что удобно при отладке программ.

Окно Locals (Локальные переменные) автоматически отображает все объявленные переменные текущей процедуры и их значения.

Окно Watches (Контрольные значения) применяется при отладке программ для просмотра значений выражений.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению расчётно-графической работы по дисциплине

Б1.О.17 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Волков Е. Б., доцент, к. т. н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Технической механики	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Волков Е. Б.	Осипов П. А.
(Фамилия И. О.)	*(Фамилия И. О.)*
Протокол № 1 от 06.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

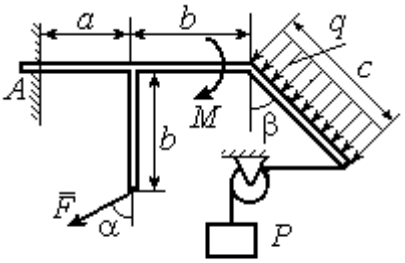
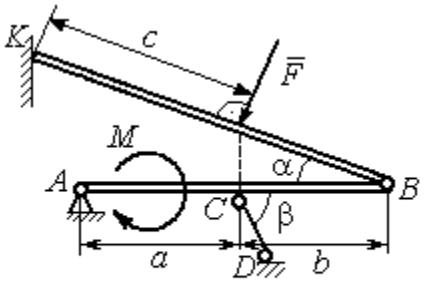
Расчетно-графическая работа по темам 1-4

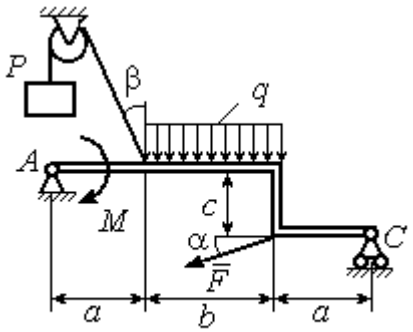
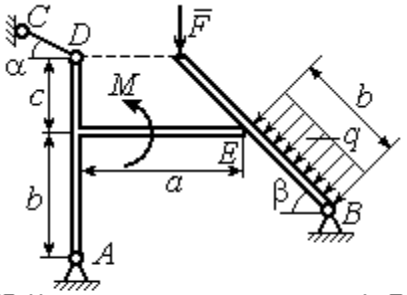
С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел

Каждый вариант задания включает две задачи по темам: «Равновесие произвольной плоской системы сил» и «Равновесие системы тел».

В задачах требуется определить реакции связей конструкции исходя из условия равновесия произвольной плоской системы сил. Весом стержневых подпорок, поддерживающих балочные конструкции, и блоков, через которые перекинуты невесомые нити, пренебречь.

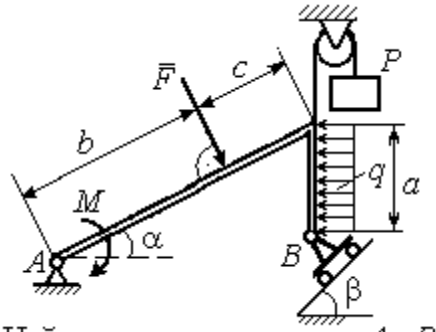
Из таблицы исходных данных выбираются значения тех параметров, которые указаны на схемах.

Варианты № 1, 11, 21	
Задача 1	Задача 2
 Найти реакцию жесткой заделки в точке A	 Найти реакции шарниров A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

Варианты № 2, 12, 22	
Задача 1	Задача 2
 Найти реакции шарниров A и C	 Найти реакции шарниров A, B, реакцию опоры в точке E и реакцию стержня CD

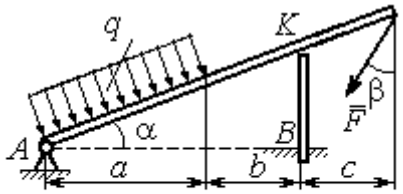
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Найти реакцию шарниров A и B

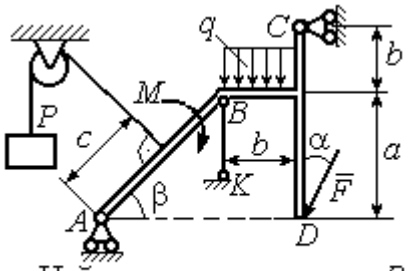
Задача 2



Найти реакцию шарнира A, реакцию опоры в точке K и реакцию жесткой заделки в точке B

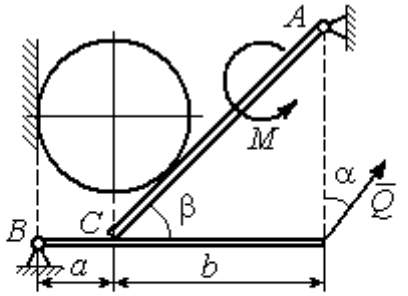
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



Найти усилие в стержне BK и реакцию шарниров A, C

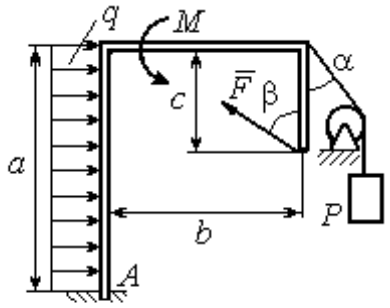
Задача 2



Вес шара P. Найти реакцию шарниров A, B, давление шара на балку и стенку, реакцию опоры балки в точке C и уравновешивающую силу Q

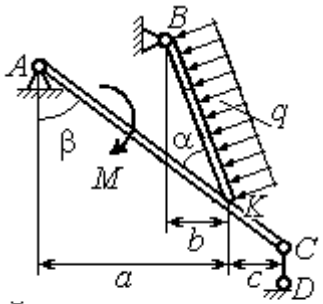
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

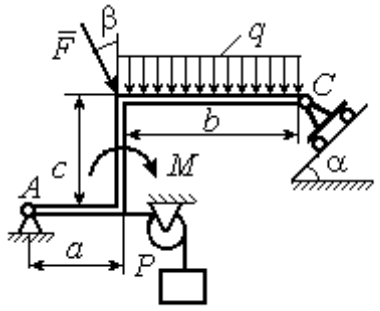
Задача 2



Найти реакцию шарнирв A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

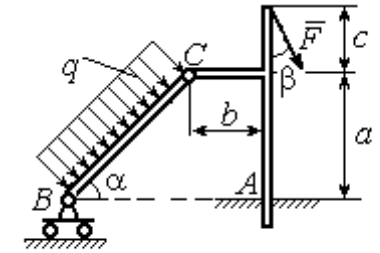
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

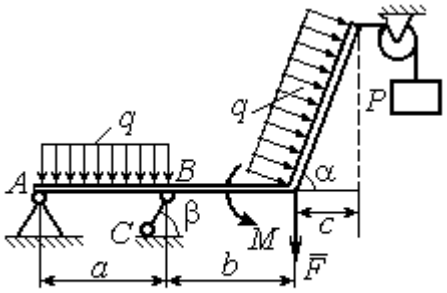
Задача 2



Найти реакцию жесткой заделки в точке A и реакции шарниров B и C

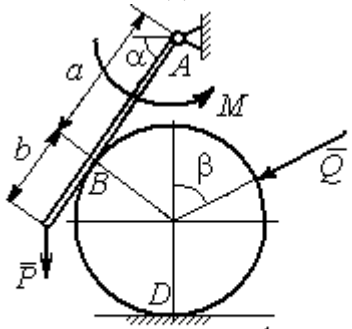
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

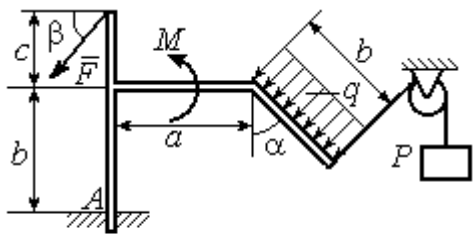
Задача 2



Найти реакцию шарнира A, давление балки на шар, реакцию опоры шара в точке D и уравновешивающую силу Q

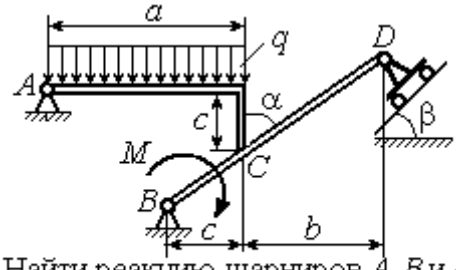
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

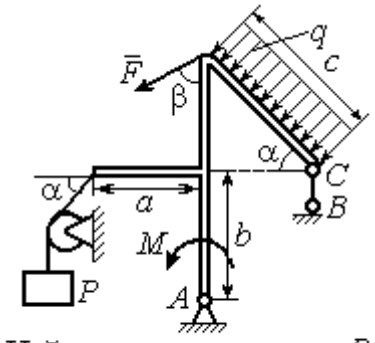
Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B и D и реакцию опоры в точке C

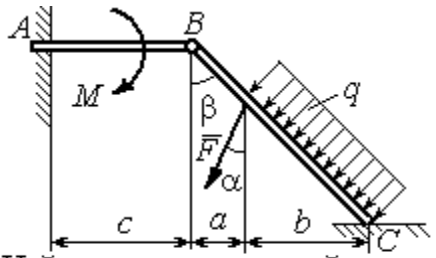
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

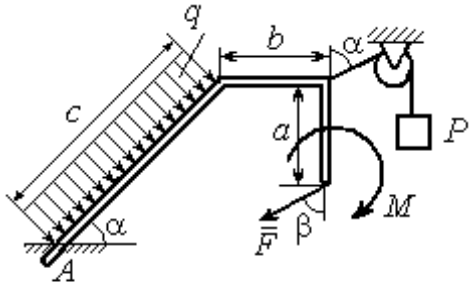
Задача 2



Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C

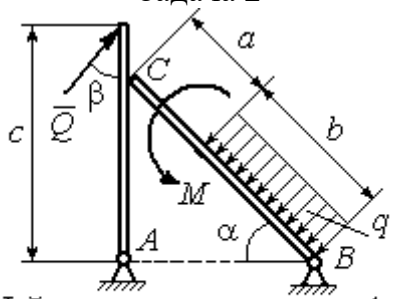
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B, реакцию опоры в точке C и уравновешивающую силу Q

Исходные данные задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P, кН	6	5	6	12	6	6	10	3	8	5	10	4	8	10	8
F, кН	12	6	10	5	12	8	6	5	6	2	12	8	12	6	10
q, кН/м	5	4	2	3	6	3	5	2	2	4	6	2	3	4	5
M, кН·м	12	8	6	8	12	5	12	8	4	6	8	12	10	6	10
α, град	45	60	30	60	30	30	45	60	30	30	45	30	60	45	60
β, град	60	30	45	30	60	90	60	60	30	45	30	45	30	60	30
a, м	3	4	3	4	3	4	3	4	1	2	2	3	2	3	4
b, м	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	2
c, м	4	2	2	2	3	2	2	1	5	4	4	2	1	2	2

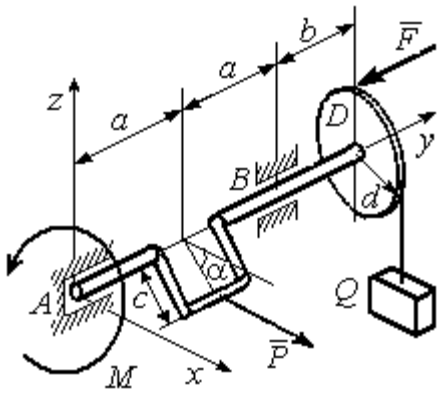
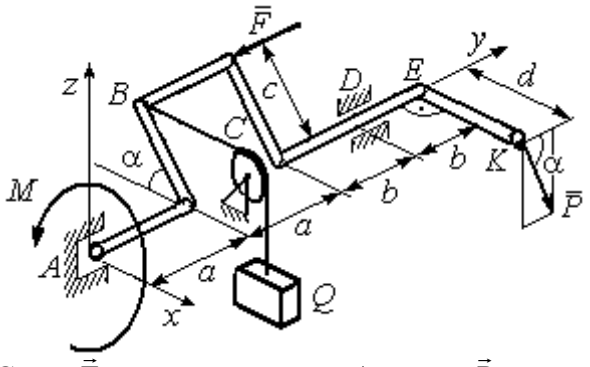
Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	8	10	6	4	6	12	10	5	6	8	6	8	4	6
F, кН	6	12	12	8	3	14	10	8	15	10	12	8	10	10	2
q, кН/м	5	3	4	3	2	3	2	5	4	2	3	4	5	2	4
M, кН·м	10	6	8	6	5	12	4	6	8	10	12	10	6	4	8
α, град	60	60	30	45	60	30	60	45	30	60	45	30	30	30	45
β, град	45	30	30	60	60	45	30	60	30	45	90	30	60	45	30
a, м	3	4	3	1	2	2	4	1	4	3	4	3	2	1	2
b, м	2	4	3	3	4	1	4	3	2	2	2	2	2	2	2
c, м	3	2	2	4	5	4	2	2	1	1	1	2	1	3	5

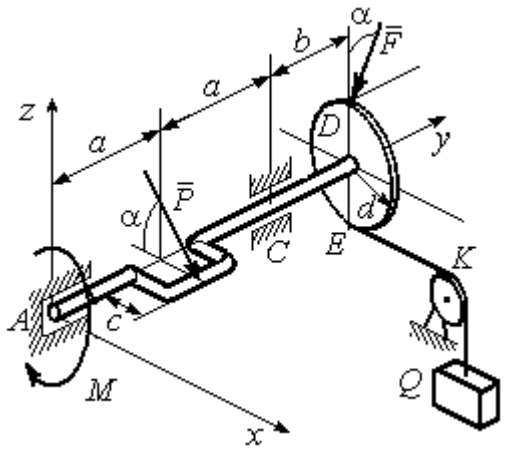
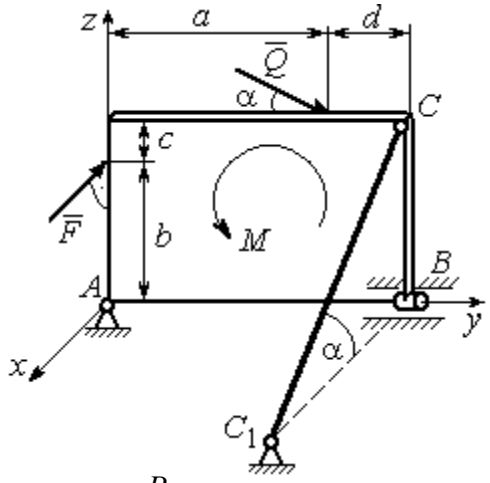
Задание С2. Равновесие пространственной системы сил

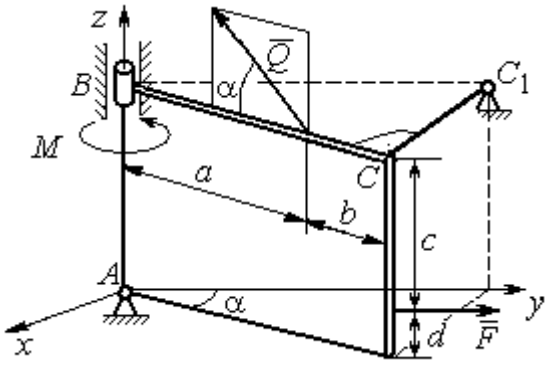
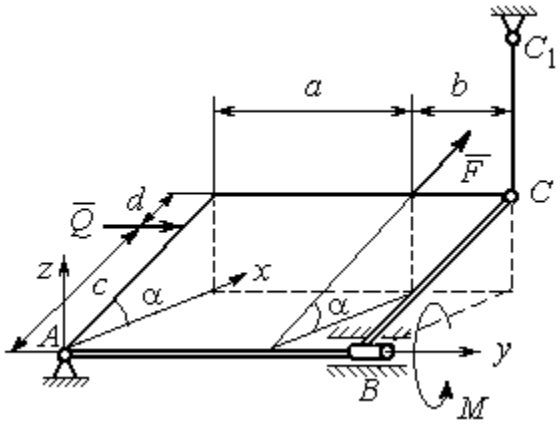
В заданиях рассматривается равновесие однородной плиты или вала (прямого или с «ломаной» осью) с насаженным на него шкивом.

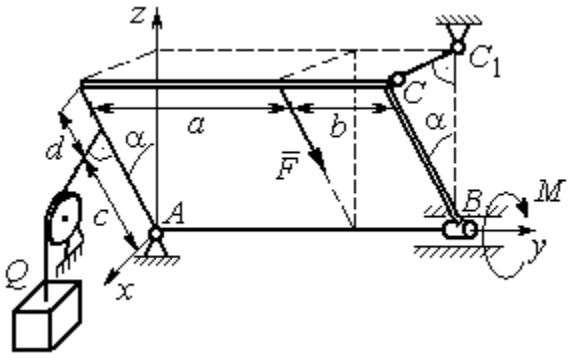
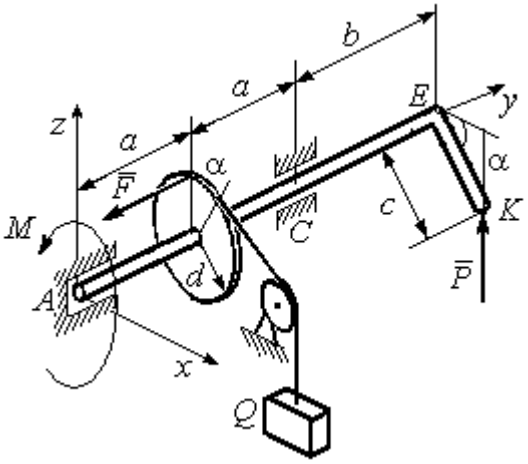
Вал закреплен подпятником и подшипником и удерживается в равновесии. На вал действуют сила $\vec{F}$, пара сил с моментом M и сила $\vec{P}$. На шкив вала намотана нить, к свободному концу которой, перекинутому через невесомый блок, подвешен груз весом Q. Для вала определить реакции подшипника и подпятника и величину уравновешивающей силы Q (или момента M).

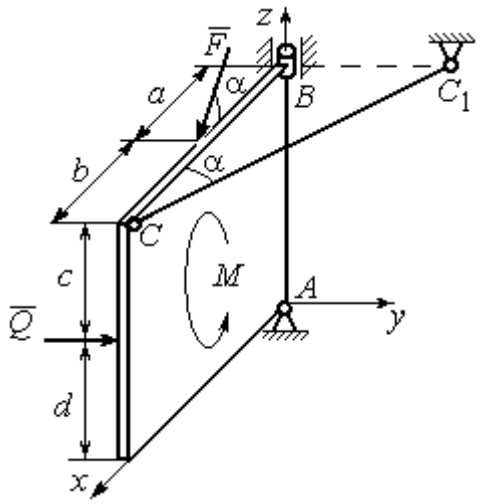
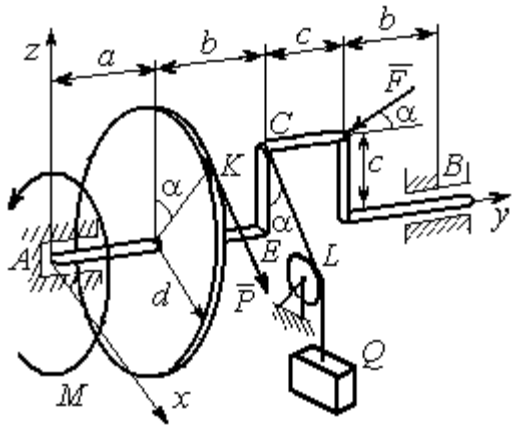
Плита весом P закреплена пространственным шарниром, подшипником и удерживается в заданном положении невесомым стержнем. На плиту действуют силы $\vec{F}$, $\vec{Q}$ и пара сил с моментом M. Для плиты найти реакции сферического и цилиндрического шарниров и реакцию стержня.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
 Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ параллельна оси Ax; нить, удерживающая груз, сходит со шкива вертикально. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и B и величину уравновешивающего груза Q	 Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной zAy; отрезок нити BC параллелен оси Ax; рукоять вала EK параллельна оси Ax. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и D и величину уравновешивающего момента M

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	
Сила $\vec{F}$, лежит в плоскости zAy; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной zAx, отрезок нити EK параллелен оси Ax. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и C, а также величину уравновешивающего груза Q	Плита весом P расположена в плоскости zAy; пара сил с моментом M действует в плоскости плиты; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной zAx; сила $\vec{Q}$ действует в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ перпендикулярна плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1

Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	
Плита весом P отклонена на угол α от вертикальной плоскости zAy; сила $\vec{Q}$ лежит в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1	Плита весом P отклонена на угол α от горизонтальной плоскости xAy; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна боковой стенке плиты и параллельна оси Ay; сила $\vec{F}$ расположена в плоскости плиты и параллельна её боковым стенкам; стержень CC_1 параллелен оси Az. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1

Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	
Плита весом P отклонена на угол α от вертикальной плоскости zAy; нить, удерживающая груз Q, находится плоскости zAx, прикреплена к боковой стенке плиты и перпендикулярна ей; сила $\vec{F}$ параллельна боковым стенкам плиты; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости zAy. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1	Рукоять EK перпендикулярна оси вала и наклонена под углом α к горизонтальной плоскости xAy; сила $\vec{P}$ параллельна оси Az; сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; нить, удерживающая груз Q, сходит со шкива по касательной. Найти реакции подпятника A, подшипника C, и величину уравновешивающего груза Q

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	
Плита весом P находится в вертикальной плоскости zAx; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной xAy; пара сил с моментом M действует в плоскости плиты; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна плоскости плиты; сила $\vec{F}$ лежит в плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках A и B и реакцию стержня CC_1	Сила $\vec{F}$ находится в плоскости zAy; стойка CE находится в плоскости zAy; отрезок CL нити, удерживающей груз, находится в плоскости параллельной xAz; сила $\vec{P}$ находится в плоскости шкива и направлена по касательной к ободу в точке K. Найти реакции подпятника A, подшипника B и величину уравновешивающего момента M

Исходные данные для задания С2.

Равновесие пространственной системы сил

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
P, кН	5	4	6	10	16	15	12	10	15	14
F, кН	8	6	12	6	10	10	8	12	12	10
Q, кН	–	12	–	12	8	12	10	–	10	12
M, кН·м	12	–	10	8	12	6	8	6	8	–
α, град	60	30	30	30	60	60	60	30	30	60
a, м	1,2	0,8	1,4	0,6	1,2	0,9	1,4	0,4	0,8	0,8
b, м	1,0	0,6	1,1	0,4	0,8	0,4	0,6	1,2	0,2	0,6
c, м	0,8	0,5	0,8	0,3	1,4	0,8	1,2	0,8	0,4	0,4
d, м	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6

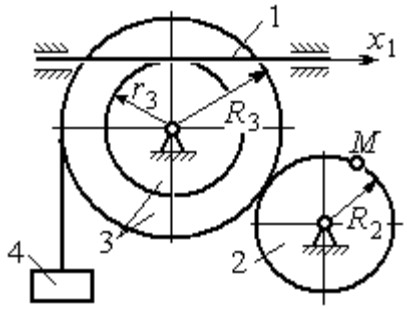
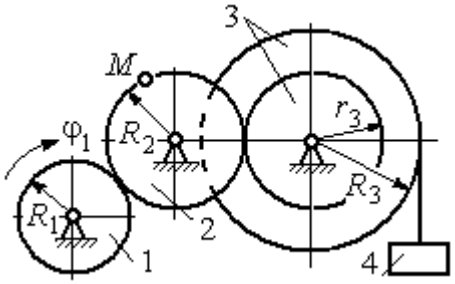
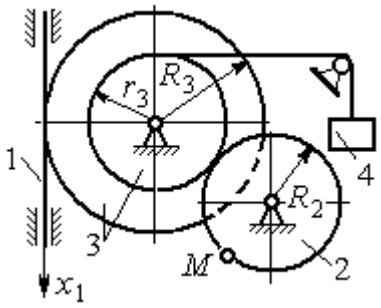
Номер варианта задания	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P, кН	8	10	10	15	14	10	16	9	10	12
F, кН	6	12	16	8	12	14	10	15	8	10
Q, кН	–	14	–	10	10	12	14	–	12	14
M, кН·м	10	–	12	12	12	8	10	10	10	–
α, град	30	60	60	60	30	30	30	60	60	30
a, м	0,8	1,3	0,9	0,5	1,3	1,2	1,6	0,6	0,9	1,2
b, м	0,6	1,1	0,6	0,4	0,9	0,6	0,8	1,2	0,3	0,8
c, м	0,4	0,8	0,5	0,2	1,5	0,9	1,2	0,4	0,6	0,6
d, м	0,2	0,4	0,4	0,1	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,8

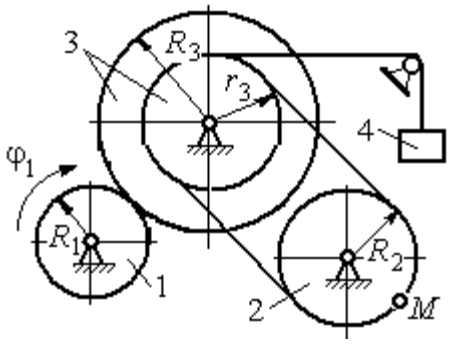
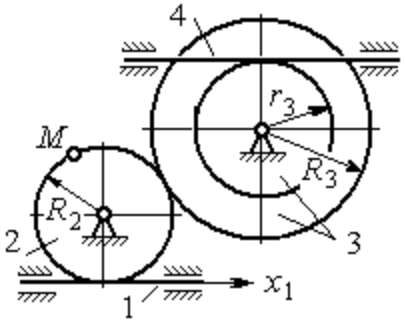
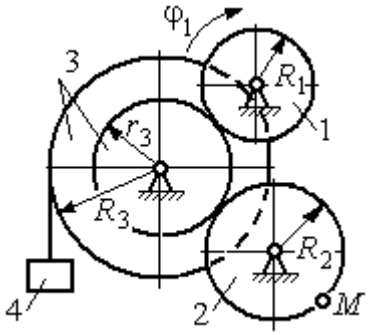
Номер варианта задания	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	12	5	8	10	14	18	12	14	10
F, кН	12	8	15	10	12	8	10	15	9	8
Q, кН	–	10	–	12	14	10	16	–	12	6
M, кН·м	12	–	16	14	8	10	8	12	10	–
α, град	90	30	60	30	45	30	30	60	60	30
a, м	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	0,8	1,0	0,8	1,2	0,9
b, м	0,8	0,6	0,9	1,0	0,9	0,6	0,8	1,4	0,6	0,4
c, м	0,4	1,2	0,8	0,6	1,5	0,9	1,1	0,5	0,8	0,6
d, м	0,4	1,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5

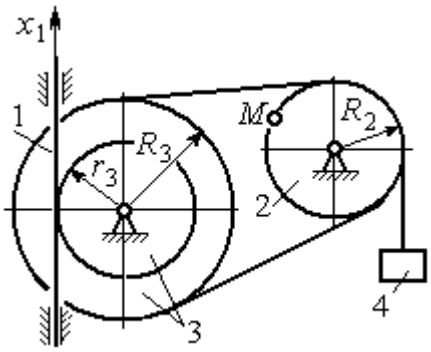
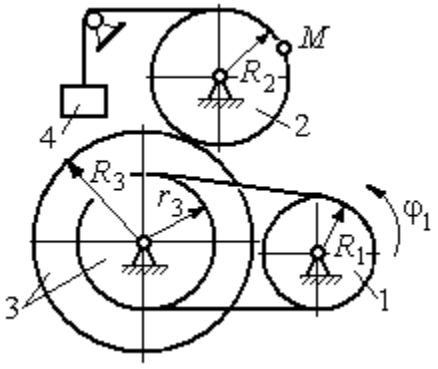
Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях

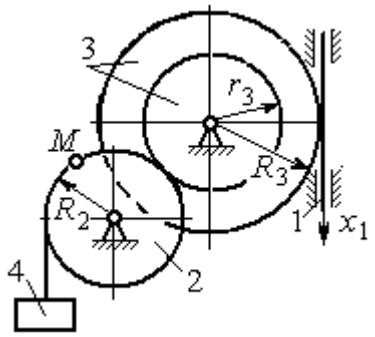
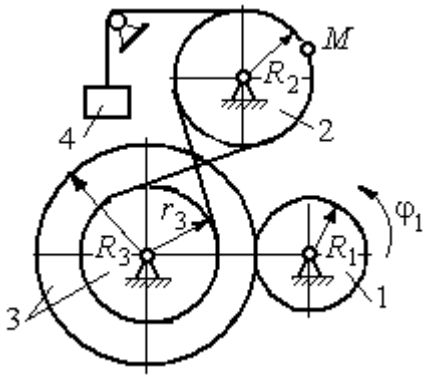
По заданному движению одного из звеньев механизма $x_1 = x_1(t)$ (варианты 1, 3, 5, 7, 9) или $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ (варианты 2, 4, 6, 8, 10) найти в момент времени t_1 скорость, касательное, нормальное и полное ускорения точки *M* звена механизма, совершающего враща-

тельное движение, а также скорость и ускорение звена 4, совершающего поступательное движение.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22	Варианты № 3, 13, 23
		

Варианты № 4, 14, 24	Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
		

Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	

Исходные данные вариантов задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

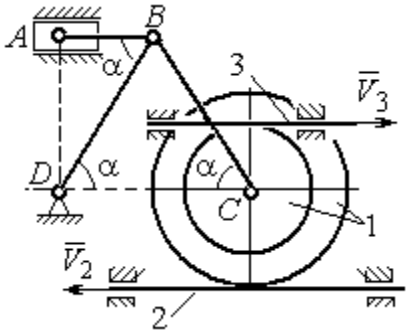
Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
1	–	40	45	35	$x_1(t) = (3t-1)^2$	2
2	10	20	38	18	$\varphi_1(t) = t^2 + 6\cos(\pi t/6)$	3
3	–	30	42	18	$x_1(t) = 5t^2 - 2\cos(\pi t/2)$	1
4	15	30	45	20	$\varphi_1(t) = 5t^2 + \cos(\pi t/2)$	2
5	–	30	40	20	$x_1(t) = 6t - \cos(\pi t/3)$	3
6	10	20	30	10	$\varphi_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
7	–	30	40	30	$x_1(t) = 2\sin(\pi t/2) + \cos(\pi t/2)$	2
8	8	10	30	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	2
9	–	18	30	18	$x_1(t) = 5t + \cos(\pi t/3)$	3
10	15	30	50	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	2
11	–	30	40	25	$x_1(t) = (t^2 - 3t)$	2
12	12	20	40	28	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 6\sin(\pi t/6)$	3
13	–	25	60	42	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
14	10	30	45	30	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 2\cos(\pi t/2)$	2
15	–	20	30	20	$x_1(t) = 3t^2 - \cos(\pi t/3)$	3
16	12	18	40	20	$\varphi_1(t) = 2t^3 + \cos(\pi t/2)$	1
17	–	20	35	15	$x_1(t) = 2\sin(\pi t/2) - \cos(\pi t/2)$	2
18	15	18	40	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	1

Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
19	–	22	50	18	$x_1(t)=t^2+\cos(\pi t/3)$	3
20	10	20	45	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\sin(\pi t/4)$	4
21	–	20	40	20	$x_1(t)=t+(3t-4)^2$	2
22	8	18	42	18	$\varphi_1(t)=2t^2+12\cos(\pi t/6)$	3
23	–	45	60	40	$x_1(t)=4t^2+\sin(\pi t/2)$	1
24	5	15	30	20	$\varphi_1(t)=2t^2+4\cos(\pi t/2)$	2
25	–	15	35	25	$x_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/3)$	3
26	18	20	35	20	$\varphi_1(t)=2t^3+\sin(\pi t/2)$	1
27	–	15	35	15	$x_1(t)=2\sin(\pi t/2)-\cos(\pi t/2)$	1
28	10	12	40	25	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/2)$	1
29	–	35	50	10	$x_1(t)=t^3-\cos(\pi t/2)$	1
30	10	20	40	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/4)$	4

Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить скорости точек и угловые скорости звеньев механизма.

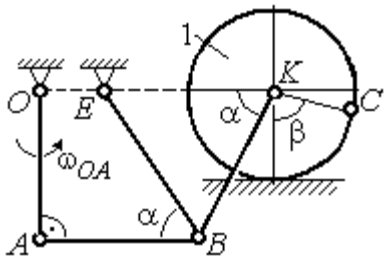
Варианты № 1, 11, 21



Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_{AB}, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{BD}$

Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	AD, см	α, град	V_2, см/с	V_3, см/с
1	10	5	20	30	8	10
11	12	8	25	45	10	4
21	10	6	15	60	5	5

Варианты № 2, 12, 22

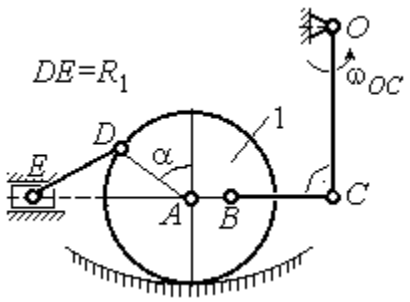


Найти: V_A, V_B, V_K, $\omega_1, \omega_{AB}, \omega_{OA}$, ω_{BE}, ω_{BK}

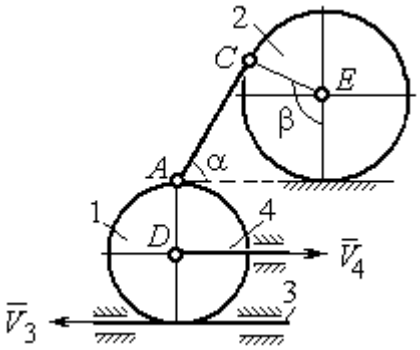
Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	OE, см	α, град	β, град	V_C, см/с
2	3	5	4	30	60	10
12	4	8	6	45	90	8
22	5	12	2	60	120	12

Варианты № 3, 13, 23

Варианты № 4, 14, 24



Найти: $V_A, V_B, V_C, V_D, V_E,$
$\omega_{BC}, \omega_1, \omega_{DE}$

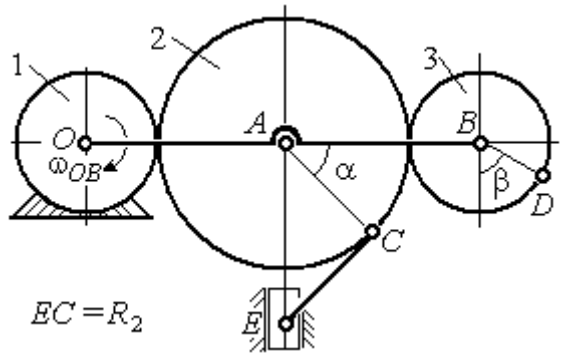


Найти: $V_A, V_C, V_E,$
$\omega_1, \omega_2, \omega_{AC}$

Номер вари-анта задания	R_1, см	OC, см	AB, см	BC, см	α, град	ω_{OC}, рад/с
3	12	18	10	35	60	4
13	10	15	10	25	90	8
23	15	20	5	20	120	6

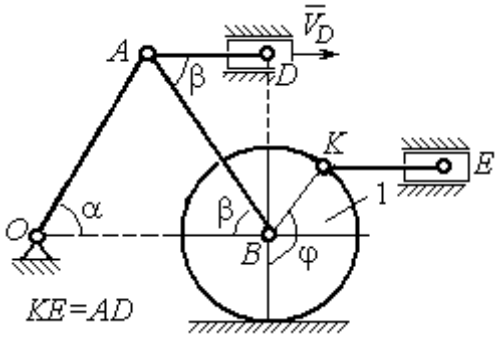
Номер вари-анта задания	R_1, см	R_2, см	α, град	β, град	V_3, см/с	V_4, см/с
4	10	15	30	60	8	4
14	6	10	45	90	4	6
24	10	12	60	120	3	3

Варианты № 5, 15, 25



Найти: V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, $\omega_2, \omega_3, \omega_{EC}$

Варианты № 6, 16, 26

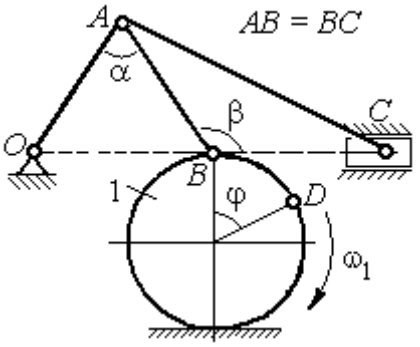


Найти: $V_A, V_B, V_K, V_E,$
$\omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}, \omega_{KE}$

Номер вари-анта задания	R_1, см	R_2, см	R_3, см	α, град	β, град	ω_{OB}, рад/с
5	10	20	12	60	0	6
15	6	18	10	90	90	8
25	20	25	15	120	180	4

Номер вари-анта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
6	10	20	30	60	60	12
16	12	26	30	30	90	8
26	15	30	60	60	120	15

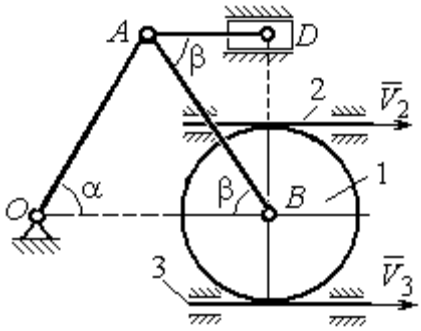
Варианты № 7, 17, 27



Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	AB, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
7	10	20	30	60	60	12
17	12	25	60	120	90	16
27	8	16	30	60	120	10

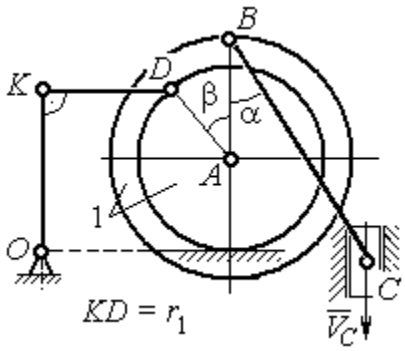
Варианты № 8, 18, 29



Найти: $V_A, V_B, V_D, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	V_2, см/с	V_3, см/с
8	10	20	30	60	12	4
18	12	26	30	30	8	2
28	15	30	60	60	6	3

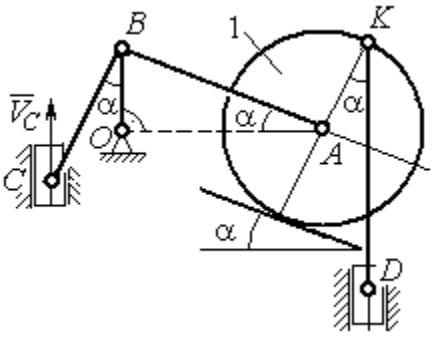
Варианты № 9, 19, 29



Найти: $\omega_{OK}, \omega_{KD}, \omega_{BC}, \omega_1,$
V_A, V_B, V_K, V_D

Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	α, град	β, град	BC, см	V_C, см/с
9	20	12	45	60	60	8
19	24	16	60	90	50	4
29	16	10	30	120	40	6

Варианты № 10, 20, 30



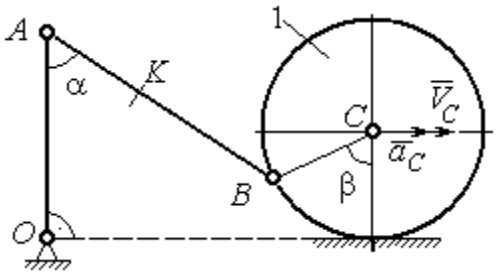
Найти: $V_A, V_B, V_D, V_K,$
$\omega_{CB}, \omega_1, \omega_{OB}, \omega_{AB}, \omega_{KD}$

Номер варианта задания	R_1, см	CB, см	OB, см	KD, см	α, град	V_C, см/с
10	10	20	30	60	30	4
20	12	26	30	50	45	2
30	15	30	60	60	60	3

Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить ускорения точек звеньев механизма и угловые ускорения звеньев.

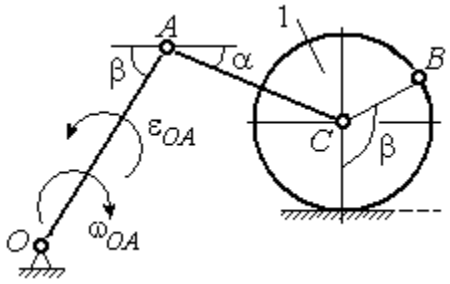
Варианты № 1, 11, 21



Найти: $a_A, a_K, \varepsilon_{AB}$

Номер варианта задания	AB, см	AK, см	α, град	β, град	R_1, см	V_C, см/с	a_C, см/с^2
1	16	10	60	120	10	12	6
11	20	16	30	60	8	10	8
21	18	10	60	180	6	8	4

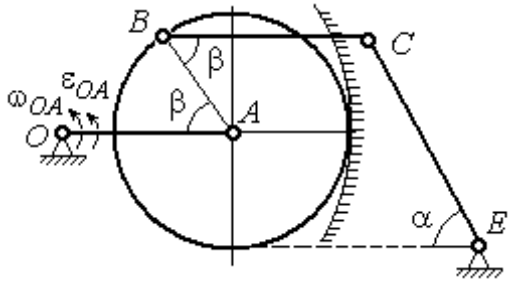
Варианты № 2, 12, 22



Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	AC, см	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
2	5	10	12	30	60	2	4
12	8	24	20	30	120	1	2
22	6	12	15	60	90	2	3

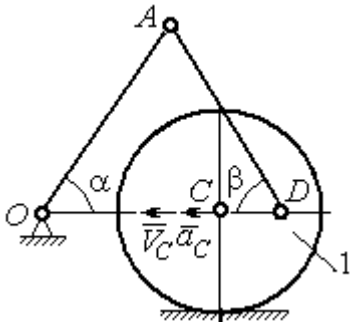
Варианты № 3, 13, 23



Найти: a_C, a_B, ε_{BC}

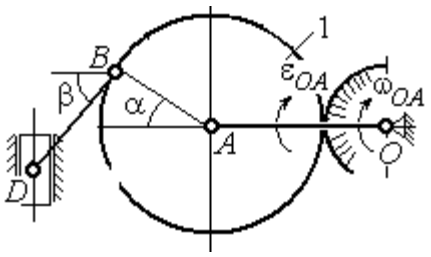
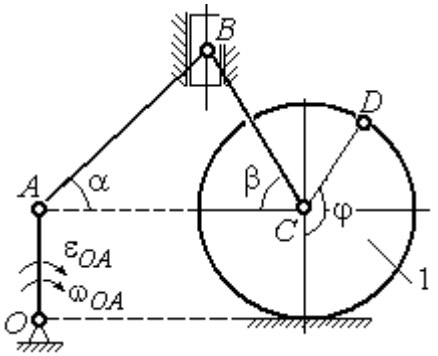
Номер варианта задания	BC, см	AO, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
3	16	15	60	90	10	2	3
13	18	12	90	60	8	3	2
23	14	12	30	120	10	2	4

Варианты № 4, 14, 24

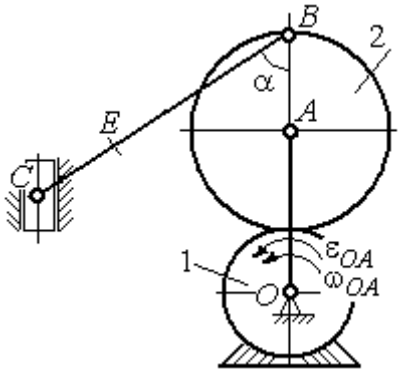
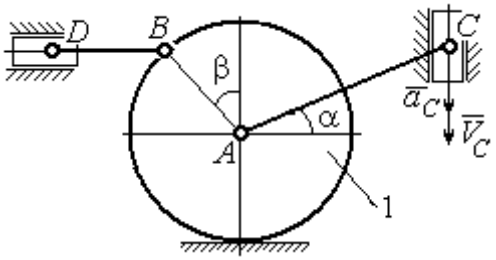


Найти: $a_A, a_D, \varepsilon_{DA}$

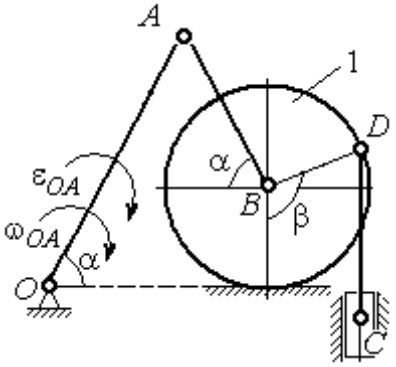
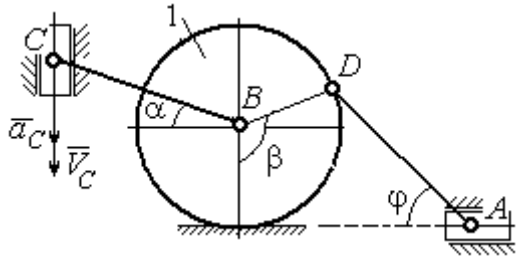
Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	DC, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
4	10	28	5,78	60	30	10	2
14	8	24	4,62	30	90	8	3
24	6	20	6	45	45	12	2

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
 Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$	 Найти: $a_B, a_D, \varepsilon_{BC}$

Номер варианта задания	OA, см	BD, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	AB, см	φ, град	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
5	16	10	60	30	10	4	3	**6**	6	18	60	30	30	2	3
15	18	8	90	45	12	2	4	**16**	8	20	90	60	30	2	4
25	14	12	30	60	8	3	2	**26**	5	16	120	30	60	3	4

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
 Найти: $a_E, a_C, \varepsilon_{BC}$	 Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$

Номер варианта задания	BC, см	BE, см	α, град	R_1, см	R_2, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	BD, см	AC, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
7	22	10	60	2	10	2	3	**8**	4	5	12	60	60	12	5
17	28	15	30	3	6	3	4	**18**	6	10	16	45	90	10	8
27	20	8	45	4	8	2	2	**28**	8	8	16	30	120	8	6

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
 Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AB}$	 Найти: $a_A, a_B, \varepsilon_{CB}$

Номер варианта задания	OA, см	DC, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	BC, см	φ, град	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
9	18	10	30	120	4	2	3	**10**	6	14	60	30	120	15	3
19	20	12	60	60	6	3	4	**20**	5	18	45	60	90	10	5
29	18	8	60	90	4	2	3	**30**	4	16	30	45	60	12	4

Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении

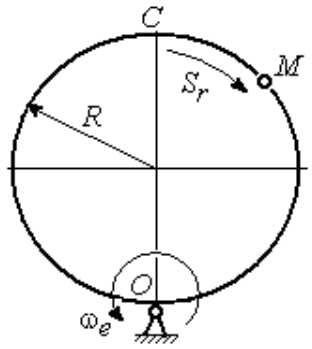
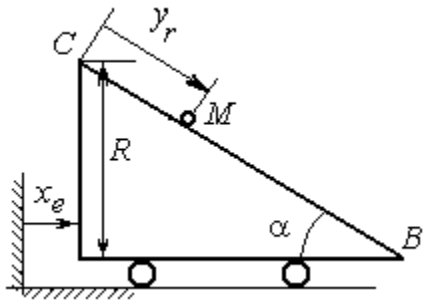
Задание включает две задачи с вращательным и поступательным видами переносного движения точки.

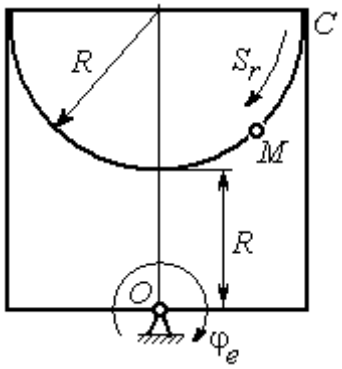
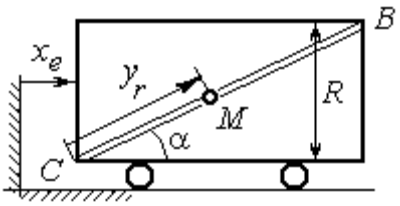
Задача 1. Вращение тела относительно неподвижной оси задается законом изменения угла поворота: $\varphi_e = \varphi_e(t)$ или законом изменения его угловой скорости: $\omega_e = \omega_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке *C* и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = S_r = S_r(t)$.

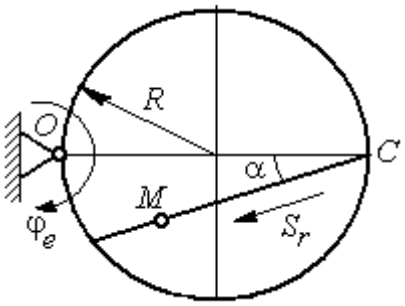
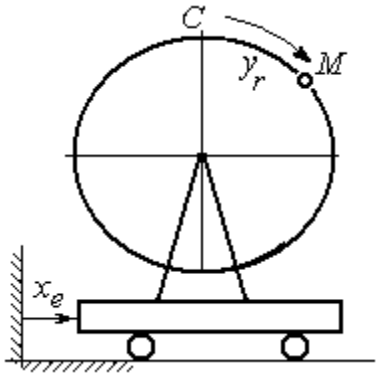
Определить абсолютные скорость и ускорение точки в заданный момент времени t_1.

Задача 2. Поступательное движение тела, несущего точку, задается законом изменения координаты $x_e = x_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке *C* и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = y_r = y_r(t)$.

Определить абсолютные скорость и ускорение точки в момент времени t_2, который либо задаётся в исходных данных задачи, либо на схемеописаны условия, из которых он находится.

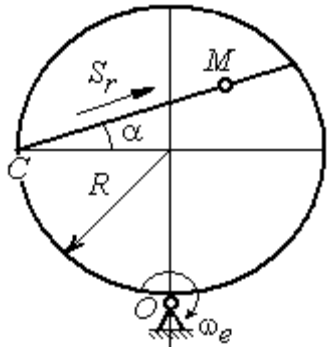
Варианты № 1, 11, 21	
Задача 1	Задача 2
	 В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути CB

Варианты № 2, 12, 22	
Задача 1	Задача 2
	 В момент $t = t_2$ точка M прошла 2/3 пути CB

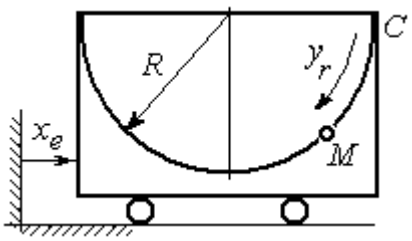
Варианты № 3, 13, 23	
Задача 1	Задача 2
	

Варианты № 4, 14, 24

Задача 1

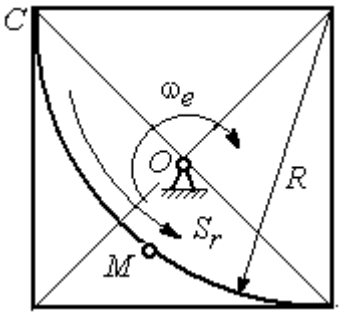


Задача 2

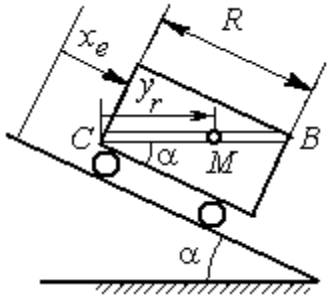


Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



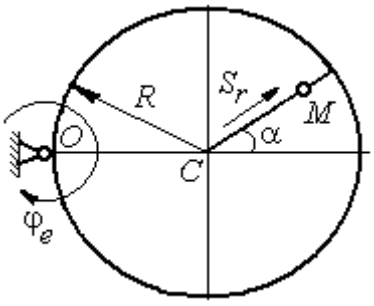
Задача 2



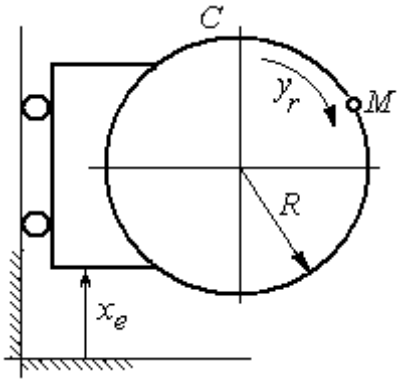
В момент $t = t_2$ точка *M* прошла путь *CB*

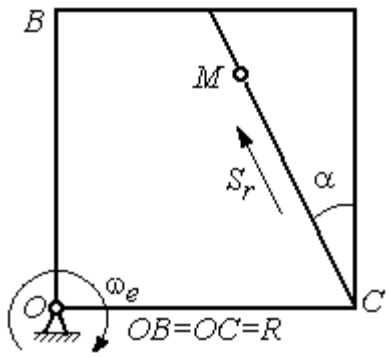
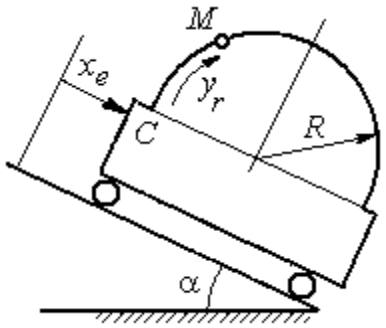
Варианты № 6, 16, 26

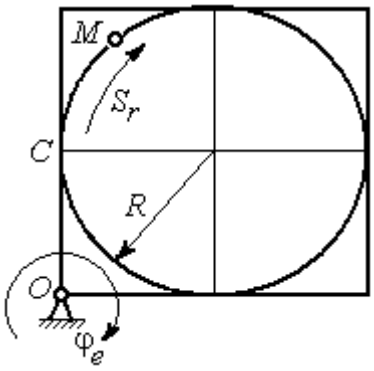
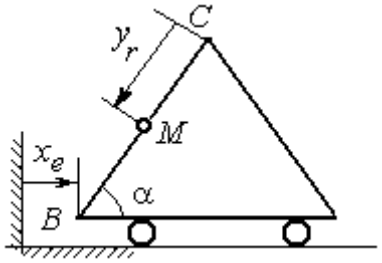
Задача 1

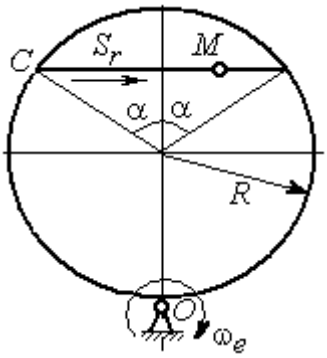
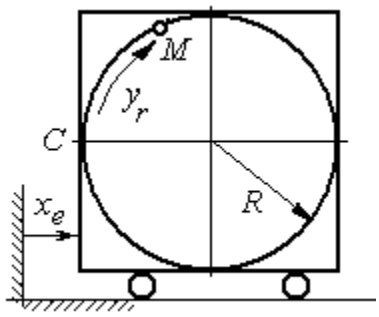


Задача 2



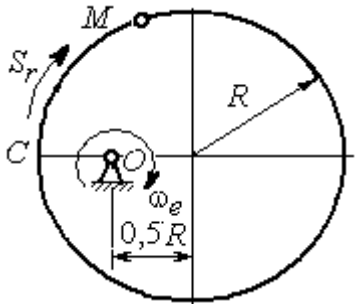
Варианты № 7, 17, 27	
Задача 1	Задача 2
	

Варианты № 8, 18, 28	
Задача 1	Задача 2
	 В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

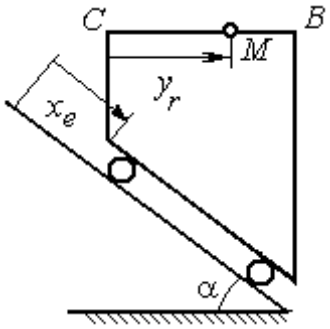
Варианты № 9, 19, 29	
Задача 1	Задача 2
	

Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

Исходные данные для заданий по сложному движению точки

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
1	1	3	–	$S_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 4t^2$	1
	2	4	30	$y_r = 4t^2$	$x_e = 2\cos(\pi t/6)$	–
2	1	2	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	3	60	$y_r = t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
3	1	4	30	$S_r = 2\sqrt{3}\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\varphi_e = 4t - t^2$	1
	2	6	–	$y_r = \pi\left[2t + \sin\pi t\right]$	$x_e = 5t - t^2$	1
4	1	4	60	$S_r = 2(t^3 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	–	$y_r = \pi\left[2t + \cos(\pi t/2)\right]$	$x_e = t^3 - 4t$	1
5	1	6	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	2	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = t^2 - 4t$	–
6	1	6	60	$S_r = t + 10\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t^2 - 5t$	1
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = \left[1 - \cos(\pi t/4)\right]$	1
7	1	8	30	$S_r = 2(t^3 + 3t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	4	30	$y_r = 2\pi t^2$	$x_e = t^3 - 5t$	1
8	1	8	–	$S_r = 2\pi\left[t^2 + \sin\pi t\right]$	$\varphi_e = t^2 - 5t$	2
	2	6	30	$y_r = t(t+1)$	$x_e = \cos\pi t$	–

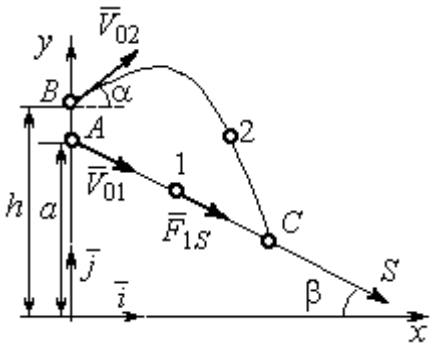
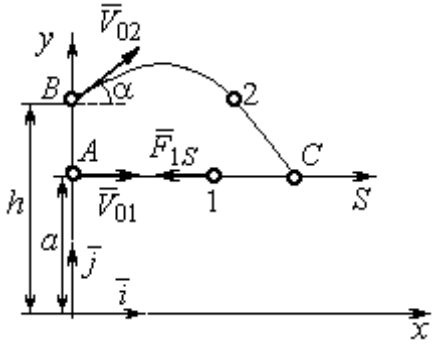
Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$CM = S_r(t)$, см $CM = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
9	1	8	30	$S_r = 2t^2$	$\omega_e = \cos(\pi t/8)$	2
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$x_e = (3-2t)^2$	1
10	1	6	–	$S_r = \pi(2t^3 + \sin\pi t)$	$\omega_e = 5t - 2t^3$	1
	2	4	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = 1 + \cos\pi t$	–
11	1	6	–	$S_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	60	$y_r = 4\sin\pi t$	$x_e = t^2 - 2t$	–
12	1	18	–	$S_r = \pi(2t^2 + 2t)$	$\varphi_e(t) = 3t - t^2$	2
	2	6	30	$y_r = 2t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
13	1	10	60	$S_r = t^3 + t$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = t(t+1)$	1
14	1	4	30	$S_r = 8\sqrt{3}\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = (3-2t)^2$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = 2t^2 - 5t$	1
15	1	8	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	1
	2	5	60	$y_r = 5t + t^2$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	–
16	1	12	90	$S_r = 3[t + \sin(\pi t/2)]$	$\varphi_e = 2t - 3t^2$	1
	2	15	–	$y_r = \pi(4t + t^2)$	$x_e = 6\sin(\pi t/3)$	1
17	1	6	45	$S_r = 3\sqrt{2}\left[t^2 + 2\sin\pi t\right]$	$\omega_e(t) = 4t^2 - 6$	1
	2	6	60	$y_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$x_e = \sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	2
18	1	8	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = 18t - 4t^2$	2
	2	8	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \sin\pi t$	–
19	1	8	60	$S_r = 2\sqrt{3}[t + \sin(\pi t/2)]$	$\omega_e = 5t - t^2$	1
	2	9	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	1
20	1	4	–	$S_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 3t - 5$	1
	2	6	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \pi\sin\pi t$	–
21	1	3	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = 6t - 14$	2
	2	8	45	$y_r = (t^2 + 3t)$	$x_e = t + 2\sin\pi t$	–
22	1	4	–	$S_r = 2\pi(t^2 + 2t)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	9	60	$y_r = 8\sin\pi t$	$x_e = 5t - t^2$	–
	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = t^2 + \cos(\pi t/4)$	2

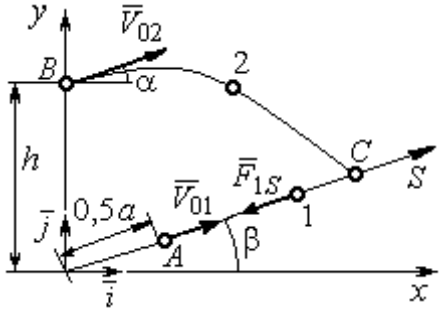
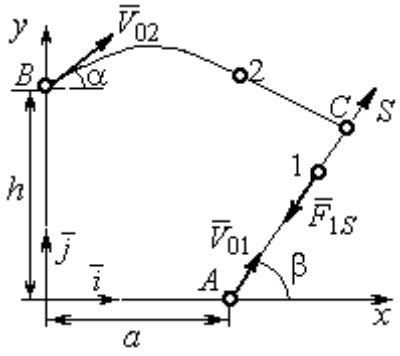
Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
23	2	6	–	$y_r = 6\pi[t + \sin(\pi t/6)]$	$x_e = 5t - t^2$	1
24	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = \pi(t^2 + 2t)$	$x_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
25	1	6	–	$S_r = 2\pi t^2$	$\omega_e = 3\sin(\pi t/3)$	1
	2	4	45	$y_r = 2t(t + 3t)$	$x_e = 2(t^3 - 3t)$	–
26	1	6	120	$S_r = t^2 + t$	$\varphi_e = 12\cos(\pi t/12)$	2
	2	9	–	$y_r = \pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 2(t^2 - 3t)$	1
27	1	10	60	$S_r = \sqrt{3}(t^2 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	9	30	$y_r = \sqrt{3}\pi\sin(\pi t/3)$	$x_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	1
28	1	2	–	$S_r = 6\pi\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t + \cos(\pi t/2)$	1
	2	6		$y_r = 2t + 3t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–
29	1	8	30	$S_r = (t^2 + 2t)$	$\omega_e = 6\sin(\pi t/12)$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 5t - t^2$	1
30	1	2	–	$\pi(t^2 + 2t)$	$\omega_e(t) = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	60	$y_r = t + t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–

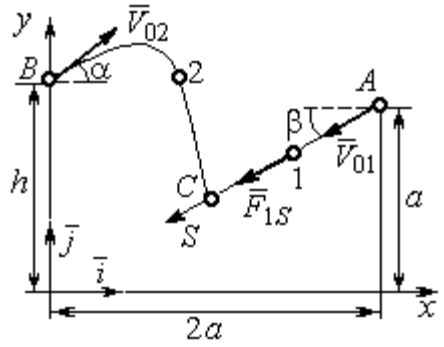
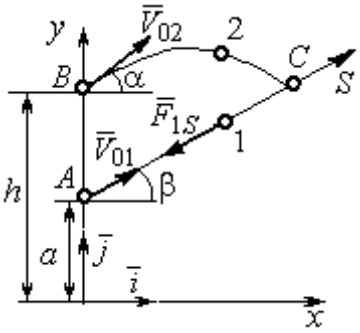
Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

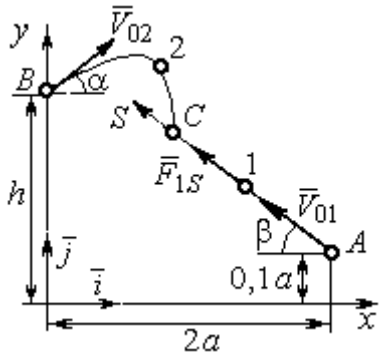
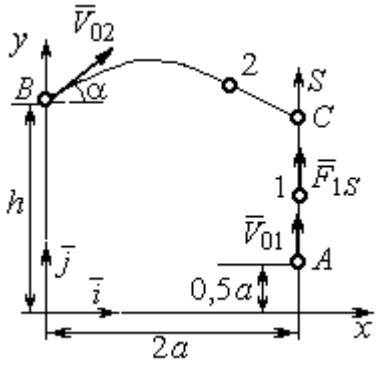
Две материальные точки движутся в вертикальной плоскости *xOy*. Точка 1 массой m_1, получив в начальном положении *A* скорость V_{01}, движется вдоль гладкой оси *AS*, наклоненной под углом β к горизонту. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_1$, направленная вдоль оси *AS*. Направление вектора проекции силы на ось $\vec{F}_{1S}$ показано на схеме.

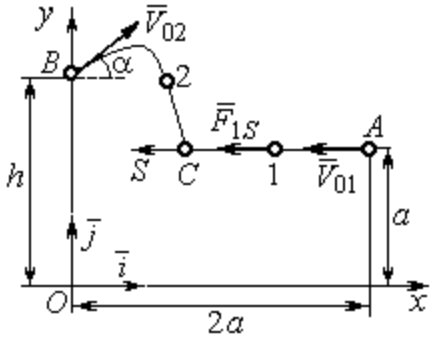
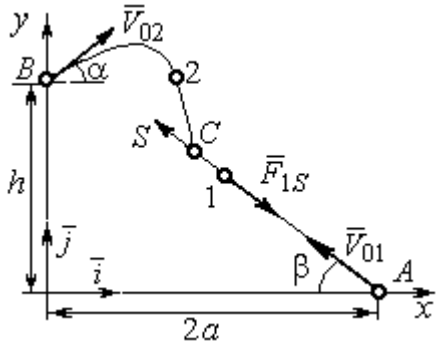
Одновременно с точкой 1 начинает движение точка 2 массой m_2 из положения *B* на оси *y*. На точку 2 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_2$. Направление вектора силы $\vec{F}_2$ определяется его разложением по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ координатных осей *x*, *y*. Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1 точки 1 и 2 встретились на оси *AS* в точке *C*. Момент времени t_1 задаётся в условиях задачи или определяется по дополнительным условиям встречи.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	
Встреча в точке *C* в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	Встреча в точке *C* в момент, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	
Встреча в точке *C* в момент, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза относительно начальной	Встреча в точке *C* в момент времени $t_1 = 0{,}5$ с

Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	
Встреча в точке *C* в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	Встреча в точке *C*, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
 Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0{,}4$ с	 Встреча в точке C в момент максимального подъёма точки 1

Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
 Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0{,}6$ с	 Встреча в точке C в момент, когда точка 1 достигла максимальной высоты подъёма

Исходные данные задания Д1. Интегрирование уравнений движения точки

Номер варианта задания	m_1, кг	F_{1S}, Н	V_{01}, м/с	β, град	m_2, кг	$\vec{F}_2$, Н	a, м	h, м
1	1	3	3	30	2	$7\vec{i}$	2	4
2	3	6	2	0	2	$4\vec{i} + 12\vec{j}$	1,5	1
3	2	5	4	35	1,5	$10\vec{i} + 4\vec{j}$	2	2,5
4	1	10	2	60	2	$4\vec{i} + 8\vec{j}$	2,2	2
5	1	3	3	30	2	$5\vec{i}$	3	4,5
6	0,8	6	6	50	3	$3\vec{i} + 12\vec{j}$	1,5	4
7	2	5	4,5	40	1	$10\vec{i} + 2\vec{j}$	3	2,5
8	1	2	3,5	90	2	$6\vec{i} + 8\vec{j}$	1,2	2
9	2	4	4	0	1	$3\vec{i} + 2\vec{j}$	2	2,5

Номер варианта задания	m_1, кг	F_{1S}, Н	V_{01}, м/с	β, град	m_2, кг	$\vec{F}_2$, Н	a, м	h, м
10	1	3	3	55	1,5	$4\vec{i}$	1	1,5
11	0,5	2	3	60	2	$3\vec{i}+8\vec{j}$	1,5	2,5
12	0,2	3	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1	2,5
13	1	2	6	50	1,5	$6\vec{i}-4\vec{j}$	0,8	2
14	0,5	6	4	35	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	2,5	2
15	0,2	3	3	50	2	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3	4
16	2	4	6	40	2	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1	1,5
17	1	6	5	60	1,5	$5\vec{i}+4\vec{j}$	3	2,5
18	1	2	2	90	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2
19	1	3	2	2	2	$2\vec{i}+10\vec{j}$	1	1,5
20	5	4	2	30	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	1,5
21	0,2	4	4	45	1	$6\vec{i}-2\vec{j}$	1	3
22	0,4	3	2	0	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1,5	2,5
23	1	3	8	60	2	$4\vec{i}+2\vec{j}$	1,2	1,5
24	0,5	8	3	30	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
25	2	4	4	60	1	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3,5	4
26	1	3	5	50	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	0,5	1,5
27	1,5	3	6	30	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
28	2	5	3	90	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
29	2	4	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	2
30	1	3	2,5	70	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1	1

Задание Д2. Исследование колебаний точки

Задание Д2 на исследование колебаний точки включает две задачи.

Задача 1. Исследование гармонических колебаний точки.

Найти уравнение движения груза массой m_1 (или одновременно двух грузов массой m_1 и m_2) на пружине жесткостью c_1 (или на двух пружинах жесткостью c_1 и c_2). Расположение грузов на пружине и описание условий, при которых начались колебания, приведено на схемах. Определить амплитуду и частоту колебаний.

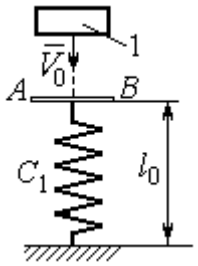
Задача 2. Исследование вынужденных колебаний точки.

Груз движется на пружинах, расположенных вертикально или горизонтально. При движении груза по горизонтальной поверхности трение не учитывается. Жёсткость пружин c_1 и c_2. Направление возмущающего усилия $F = F(t)$, приложенного к грузу, или возмущающего движения точки крепления пружин $S = S(t)$, а также описание условий начала колебаний приведено на схемах. В задачах, где на схемах присутствует амортизатор, создающий сопротивление движению груза, сила сопротивления пропорциональна скорости движения груза и находится по формуле: $\vec{R} = -\mu\vec{V}$ Н, где μ – коэффициент

сопротивления; V – скорость груза. Определить уравнение колебаний груза, амплитуды собственных и вынужденных колебаний.

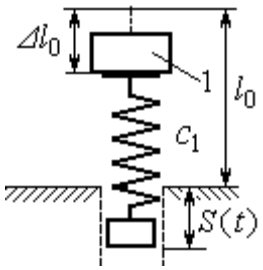
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Невесомая пластина AB укреплена на нерастянутой пружине. Груз 1, получив начальную скорость V_0, падает вертикально вниз. Через 1 с после начала падения груз достигает пластины и продолжает движение вместе с ней

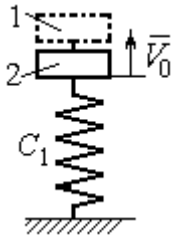
Задача 2



К верхнему концу пружины, сжатой на величину $\Delta\ell_0$, прикрепляют груз 1 и отпускают без начальной скорости. Одновременно нижний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

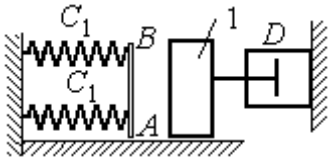
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



В положении статического равновесия двух грузов (1 и 2), установленных на пружине, груз 1 убрали, а грузу 2 сообщили скорость V_0, направленную вверх

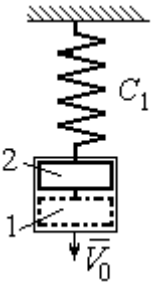
Задача 2



Груз 1 движется по гладкой горизонтальной поверхности с начальной скоростью V_0. Через 1 с груз упирается в площадку AB, укреплённую на недеформированных пружинах, соединённых параллельно, и продолжает движение вместе с ней. Во время движения (до упора в площадку AB и вместе с ней) груз испытывает сопротивление, создаваемое демпфером D

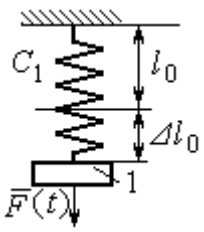
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



В положении статического равновесия груза 2, укреплённого на пружине, к нему присоединили груз 1 и оба груза толкнули вниз со скоростью V_0

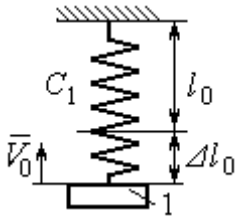
Задача 2



Недеформированную пружину оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$, подцепили груз 1 и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

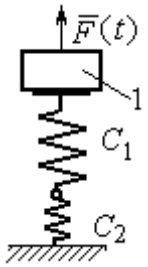
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



К недеформированной пружине подцепили груз 1, оттянули его вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вверх

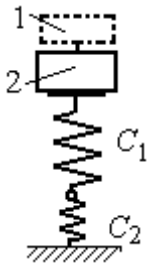
Задача 2



Грузу 1, укреплённому на двух последовательно соединённых пружинах в положении статического равновесия, сообщили начальную скорость V_0, направленную вниз. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

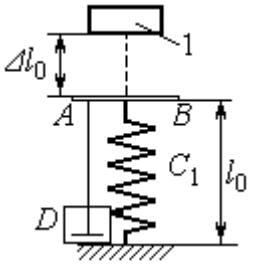
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



В положении статического равновесия грузов 1 и 2, укреплённых на двух вертикальных последовательно соединённых пружинах, убрали груз 1, а груз 2 отпустили без начальной скорости

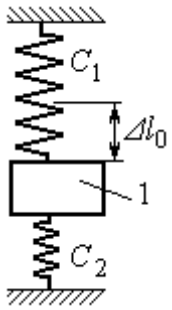
Задача 2



Груз 1 падает с высоты $\Delta\ell_0$ на площадку AB, установленную на недеформированной пружине, и продолжает движение вместе с ней. Демпфер D создаёт сопротивление движению груза на пружине

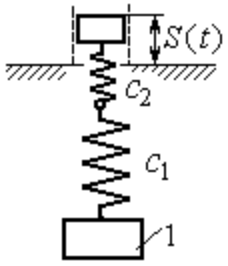
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Груз 1 поместили между двумя недеформированными пружинами, затем оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости

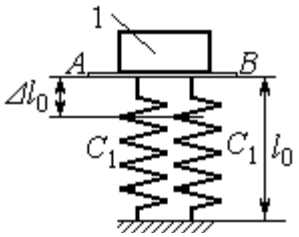
Задача 2



К недеформированным пружинам, соединённым последовательно, подцепили груз 1 и толкнули его вниз со скоростью V_0. Одновременно верхний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

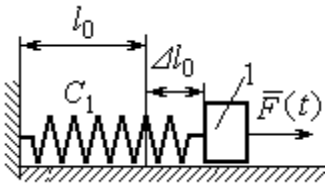
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



К недеформированным пружинам приложили груз 1, переместили его вниз на величину $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вниз

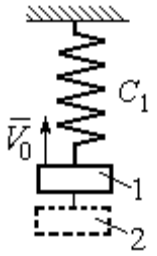
Задача 2



К нерастянутой пружине, расположенной на горизонтальной гладкой поверхности, подцепили груз 1, оттянули его на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили. Одновременно на груз стала действовать горизонтальная возмущающая сила $\vec{F}(t)$

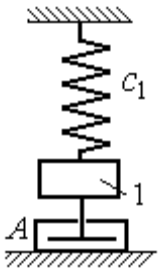
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Грузы 1 и 2 находятся на пружине в положении статического равновесия. Груз 2 удаляют, а грузу 1 сообщают скорость V_0, направленную вверх

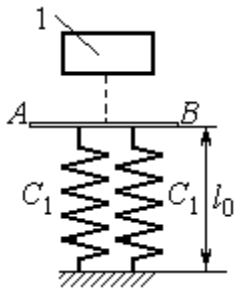
Задача 2



В положении статического равновесия груза 1 ему сообщили скорость V_0, направленную вниз. Демпфер A создаёт сопротивление движению груза

Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Груз 1 без начальной скорости падает вниз. Пройдя путь 1 м, груз достигает невесомой пластины AB, укреплённой на недеформированных, параллельно соединённых пружинах, и дальше движется вместе с ней

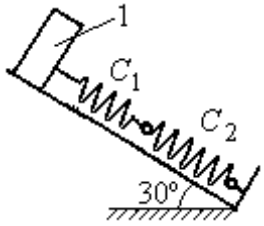
Задача 2



К двум горизонтальным пружинам, соединённым последовательно, в положении их нерастянутого состояния прицепили груз 1 и сообщили ему горизонтальную скорость V_0, направленную в сторону сжатия пружин. Одновременно левый конец пружинной системы начинает двигаться по закону $S = S(t)$

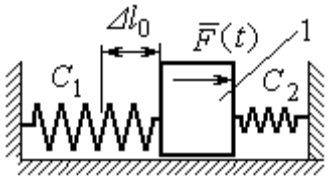
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



В положении статического равновесия груза 1, укреплённого на двух последовательно соединённых пружинах, сообщили скорость V_0, направленную вниз по наклонной плоскости

Задача 2



Между двумя горизонтальными недеформированными пружинами на гладкую поверхность поместили груз 1, оттянули его влево на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Исходные данные задания Д2. Исследование колебаний точки

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
1	1	2,5	–	2,0	200	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	210	–	0,1	–	–	0,02sin12t
2	1	1,5	2,0	4	250	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	4	220	–	–	1,0	–	–
3	1	2,0	1,5	3	250	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	–	200	–	0,14	–	12sin5t	–
4	1	2,0	–	3	180	–	0,1	–	–	–
	2	1,5	–	2	150	120	–	–	8sin12t	–
5	1	1,0	2,0	–	120	100	–	–	–	–
	2	1,0	–	–	50	–	0,5	18	–	–
6	1	1,2	–	–	120	180	0,12	–	–	–
	2	1,4	–	2,4	120	180	–	–	–	0,03sin14t
7	1	1,6	–	3,2	140	–	0,15	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,12	–	12sin6t	–
8	1	1,0	2,0	3,0	150	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	3,5	120	–	–	15	–	–
9	1	1,5	–	–	100	–	–	–	–	–
	2	1,4	–	2,0	100	110	–	–	–	0,015sin8t
10	1	2,5	–	2,5	110	100	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	110	52	0,08	–	5sin9t	–
11	1	2,0	–	4,0	300	–	–	–	–	–

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
	2	1,0	–	–	200	–	0,12	–	–	0,01sin4t
12	1	1,8	2,4	4	220	–	–	–	–	–
	2	1,0	–	5	240	–	–	0,6	–	–
13	1	1,5	1,5	2	200	–	–	–	–	–
	2	1,8	–	–	180	–	0,08	–	10sin10t	–
14	1	2,0	–	2	200	–	0,12	–	–	–
	2	2,0	–	2	150	120	–	–	10sin8t	–
15	1	1,5	2,0	–	120	250	–	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,4	4	–	–
16	1	2,0	–	–	150	75	0,1	–	–	–
	2	2,0	–	2,5	150	75	–	–	–	0,01sin5t
17	1	1,5	–	2,1	160	–	0,11	–	–	–
	2	1,8	–	–	150	–	0,1	–	8sin12t	–
18	1	2,0	1,0	2,5	80	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	2,5	50	–	–	21	–	–
19	1	1,6	–	–	120	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	2,0	85	120	–	–	–	0,015sin7t
20	1	2,0	–	2,0	90	100	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	100	90	0,12	–	6sin10t	–
21	1	2,0	–	1,6	220	–	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	250	–	0,14	–	–	0,01sin10t
22	1	2,2	1,5	3	180	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	4	280	–	–	0,8	–	–
23	1	2,2	1,2	2	220	–	–	–	–	–
	2	1,6	–	–	200	–	0,12	–	5sin7t	–
24	1	1,6	–	2,4	160	–	0,13	–	–	–
	2	1,0	–	3	150	300	–	–	6sin10t	–
25	1	0,8	1,2	–	120	80	–	–	–	–
	2	0,8	–	–	180	–	0,4	12	–	–
26	1	1,4	–	–	100	120	0,15	–	–	–
	2	1,8	–	2,2	150	120	–	–	–	0,015sin8t
27	1	2	–	4,0	150	–	0,12	–	–	–
	2	2	–	–	162	–	0,13	–	5sin9t	–
28	1	1,5	2,0	2,0	140	–	–	–	–	–

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
	2	1,5	–	3,1	180	–	–	12	–	–
29	1	1,0	–	–	140	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	2,4	75	150	–	–	–	0,08sin5t
30	1	1,6	–	3	75	150	–	–	–	–
	2	1,5	–	3	80	70	0,15	–	8sin10t	–

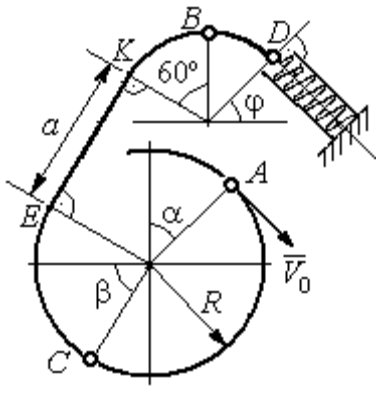
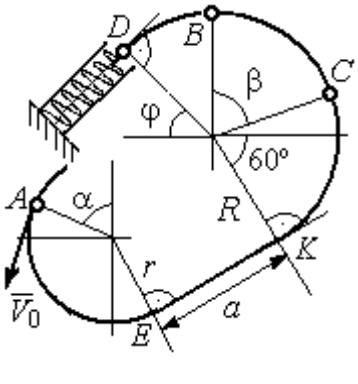
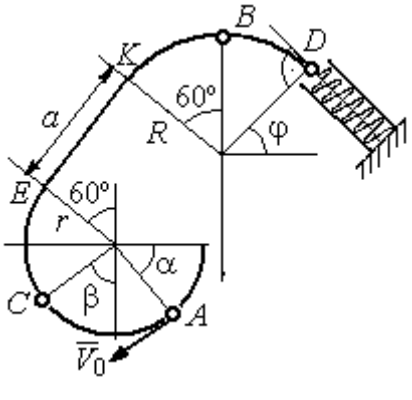
Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

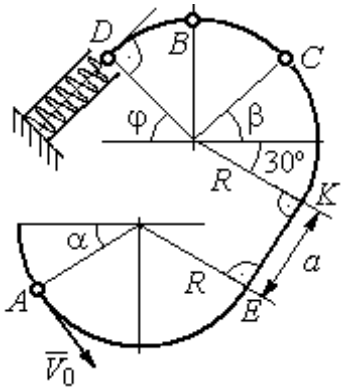
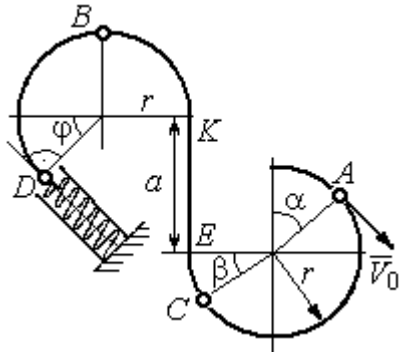
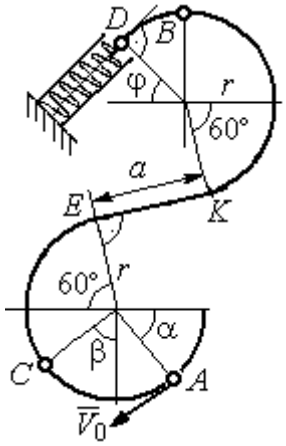
Тонкий стержень с надетым на него шариком массой m расположен в вертикальной плоскости и состоит из дуг окружностей радиусами r и $R = 2r$, соединённых прямолинейным отрезком EK, сопряжённым с дугами окружностей в точках E и K. В этих точках шарик переходит с одного участка стержня на другой, не изменяя величины и направления скорости. Длина отрезка $EK = a$.

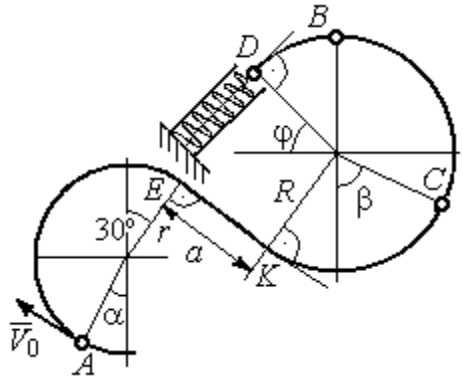
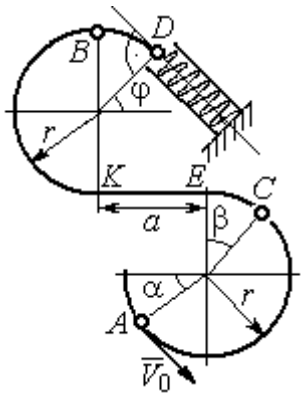
В точке A, положение которой на дуге окружности определяется углом α, шарику сообщают начальную скорость V_0. По дугам окружностей шарик скользит без трения, а при движении по прямолинейному отрезку EK на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения f. На участках с вертикальным отрезком EK считать, что шарик прижимается к стержню силой, равной половине веса шарика.

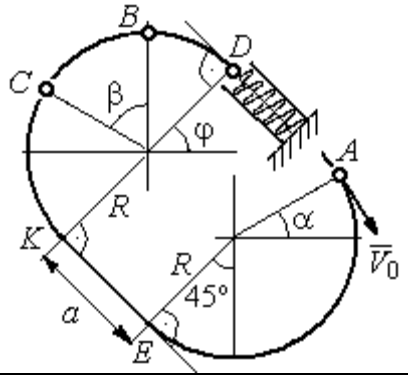
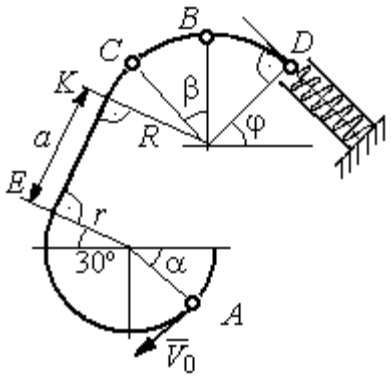
Достигнув на дуге окружности точки D, шарик упирается в недеформированную пружину жёсткостью c и, продолжая движение по сопряженной прямой, сжимает её. Положение точки D определяется углом φ.

Определить величину максимального сжатия пружины, если шарик проходит наивысшее положении траектории – точку B со скоростью $V_B = kV_0$. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке C, положение которой на дуге определяется углом β.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**	**Варианты № 3, 13, 23**
		

Варианты № 4, 14, 24	Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
		

Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	

Исходные данные задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
m, кг	0,8	0,5	0,6	0,4	1,0	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4	0,8	0,6	0,5	0,3	1,0
α, град	30	45	0	30	30	0	0	45	30	0	60	30	30	45	60
β , град	60	30	60	0	60	30	60	60	30	45	30	60	60	30	30
φ, град	0	60	30	0	0	30	45	0	30	45	30	30	0	30	45
r, м	0,4	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8
a, м	0,5	0,6	0,9	1,4	0,8	1,2	0,5	0,5	1,4	0,5	0,8	0,5	0,8	0,6	0,6
f	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
k	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4
c, Н/м	100	80	90	80	120	100	90	80	60	80	90	60	80	60	110

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
m, кг	0,6	0,5	0,6	0,4	0,8	0,5	0,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,8	0,4	0,6	0,8
α, град	60	30	0	45	60	90	90	60	60	90	30	60	60	45	90
β , град	60	30	45	90	60	45	90	60	60	30	30	60	60	0	60
φ, град	45	60	60	60	30	90	0	90	45	60	60	90	30	60	0
r, м	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4
a, м	0,4	1,2	0,9	1,2	1,2	0,9	0,6	1,5	1,4	0,8	1,2	0,9	0,6	0,8	0,5
f	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
k	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
c, Н/м	80	60	90	60	100	90	80	110	80	60	60	80	60	80	100

Задание Д4. Динамический расчет механической системы

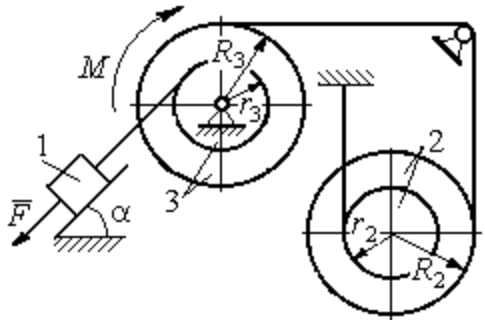
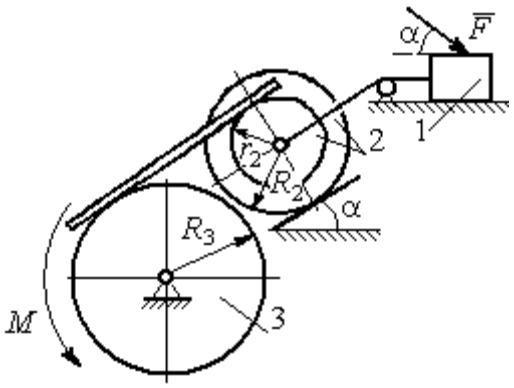
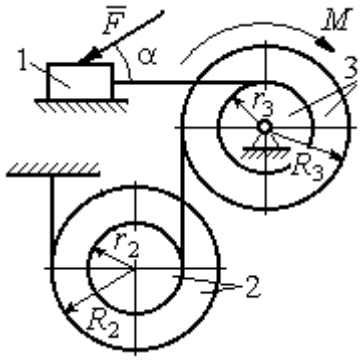
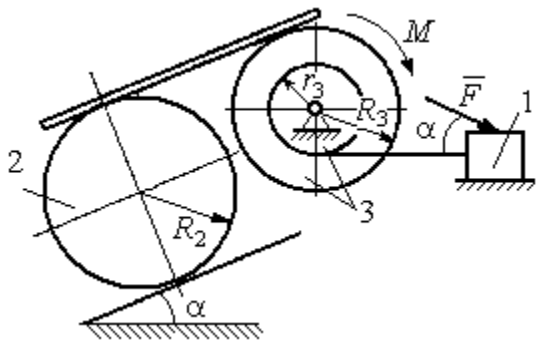
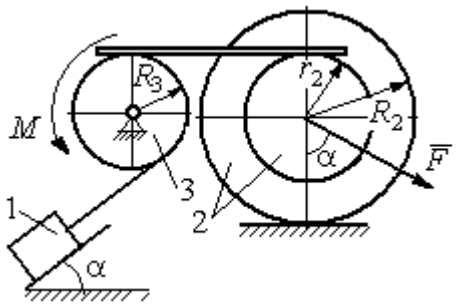
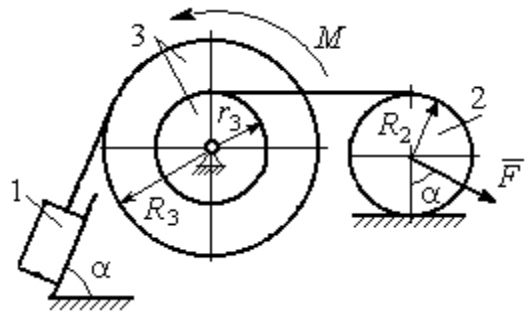
Механизм состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3, соединенных нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями.

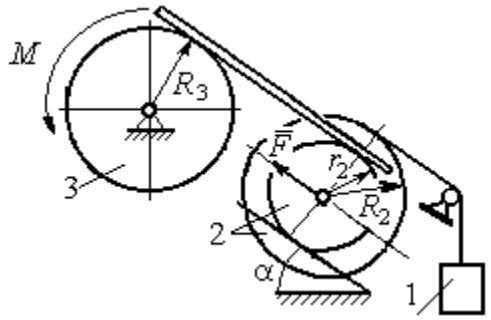
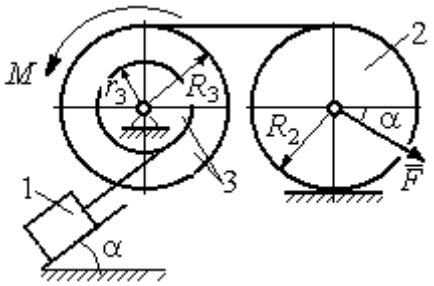
Движение механизма происходит в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом *M*. Направление действия силы $\vec{F}$ определяется углом α. Качение катка 2 происходит без скольжения. Проскальзывание между дисками и соединяющими их невесомыми стержнями или нитями отсутствует.

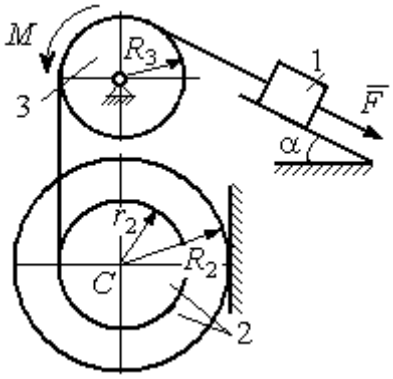
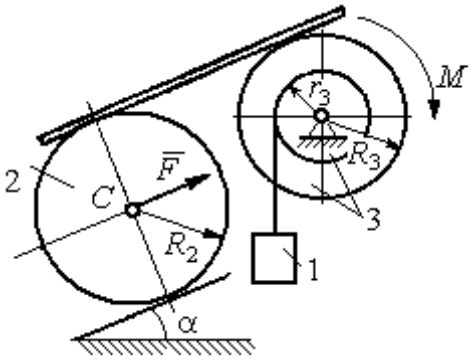
Радиусы ступеней катка 2 и блока 3 на схемах обозначены R_2, r_2 и R_3, r_3.

Сплошные диски считать однородными. Радиусы инерции неоднородных (ступенчатых) дисков относительно осей, проходящих через центры масс перпендикулярно плоскости движения, равны i_{z2}, i_{z3}.

Найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось блока 3.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	
Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	
Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	

Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	

Исходные данные задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
1	P	P	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
2	$3P$	P	$3P$	$3P$	Pr	30	$2r$	r	$2r$	–	$2r$	–
3	$4P$	$3P$	$4P$	$2P$	$2Pr$	60	$2r$	r	$2r$	r	$2r$	$2r$
4	$2P$	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
5	P	$3P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	r	r	–	$2r$	–
6	P	$2P$	$4P$	$4P$	$6Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
7	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	45	$3r$	r	r	-	$r\sqrt{3}$	–
8	$2P$	$3P$	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
9	$3P$	P	$3P$	P	$2Pr$	30	$2r$	r	$2r$	–	$r\sqrt{2}$	–
10	P	P	$3P$	P	$2Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
11	P	P	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$r\sqrt{2}$	$r\sqrt{2}$
12	$2P$	P	$2P$	$4P$	Pr	60	$3r$	r	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	–

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
13	$3P$	P	$3P$	$3P$	$2Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
14	$2P$	P	$3P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$
15	P	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	–
16	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{2}$
17	P	P	$3P$	$2P$	$6Pr$	60	$3r$	r	$3r$	-	$r\sqrt{3}$	
18	$2P$	$2P$	$3P$	P	$3Pr$	60	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
19	$2P$	P	$2P$	$3P$	$4Pr$	30	$3r$	r	$3r$	–	$2r$	–
20	P	P	$3P$	P	$2Pr$	45	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
21	$2P$	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	r	$3r$	r	$r\sqrt{2}$	$2r$
22	P	P	$2P$	$5P$	$2Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$2r$	–
23	$2P$	$2P$	$3P$	$3P$	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
24	$4P$	P	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
25	P	$3P$	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	r	–	$r\sqrt{3}$	–
26	P	$3P$	$4P$	$3P$	$3Pr$	45	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$
27	P	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	30	$2r$	r	$2r$	-	$r\sqrt{3}$	
28	$2P$	$3P$	$3P$	P	$6Pr$	30	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{2}$
29	$2P$	P	$2P$	$2P$	$2Pr$	45	$2r$	r	r	–	$2r$	–
30	P	P	$4P$	P	$4Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$

Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

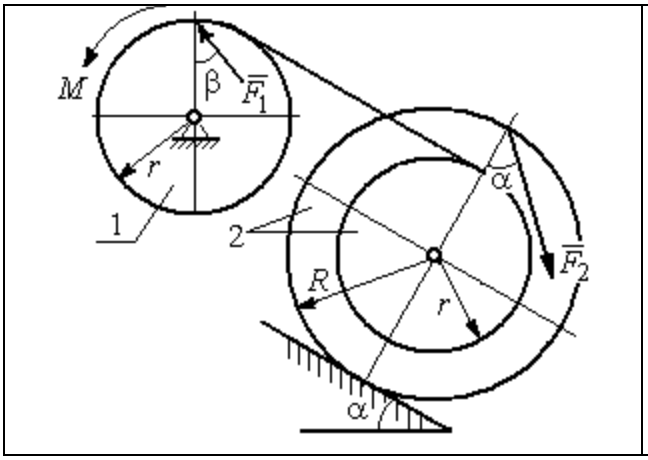
Неизменяемая механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых нерастяжимой нитью или невесомым стержнем. Нити и стержни, соединяющие диски, параллельны плоскостям качения дисков. Качение дисков без скольжения. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует.

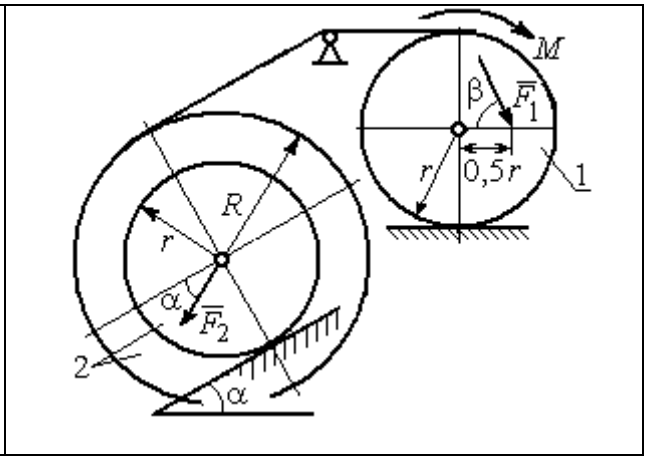
Вес дисков P_1 и P_2. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и пары сил с моментом M. Направления действия сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и наклон плоскости (если он есть) определяются углами α или β, показанными на схемах механизмов.

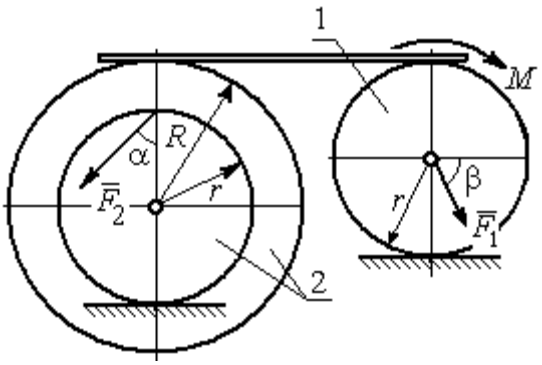
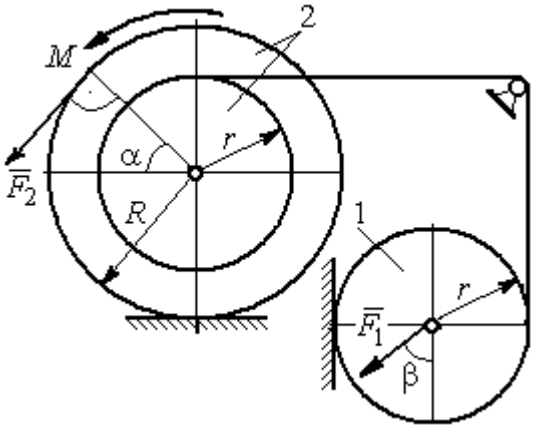
Радиус однородного диска r. Радиусы ступеней ступенчатого диска R и r. Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

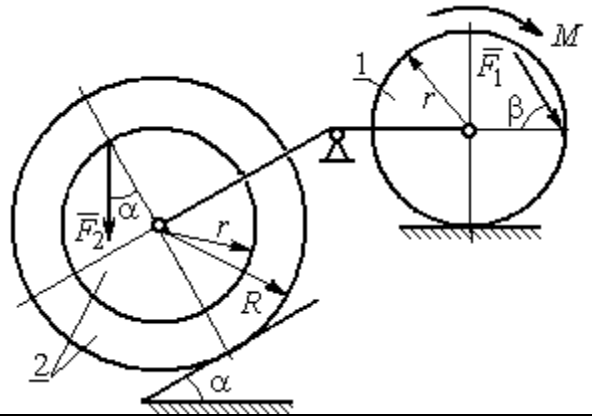
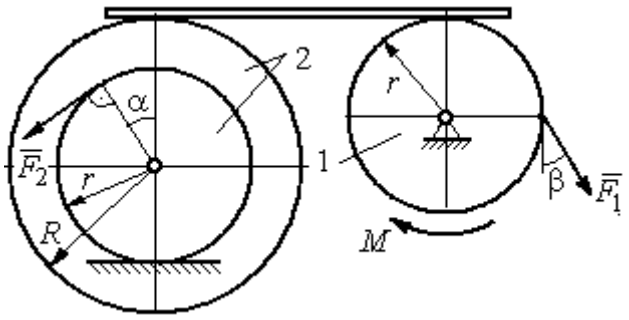
1. Найти ускорение центра масс диска 2.
2. Найти реакцию опоры диска 2 на плоскость (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с плоскостью).

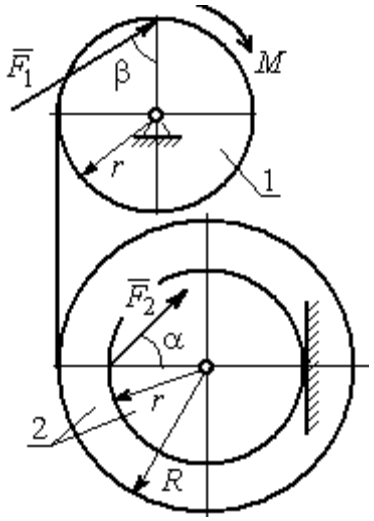
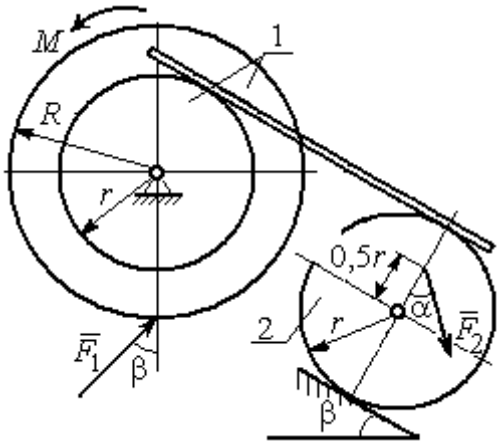
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**

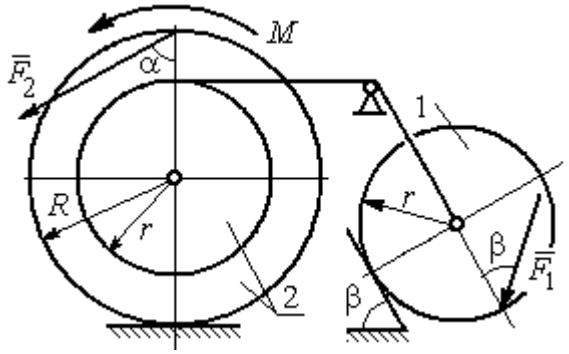
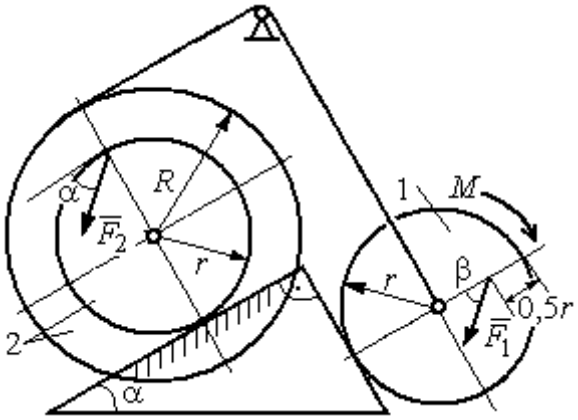




Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

Вариант № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Варианты № 9, 19, 29	Варианты 10, 20, 30
	

Исходные данные задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	F_1, Н	F_2, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	15	20	25	30	60	0,4	0,3	0,3
2	20	30	10	20	20	60	30	0,6	0,3	0,4
3	10	15	12	20	25	60	60	1,2	0,6	0,8
4	12	25	20	25	35	30	30	1,5	0,5	1,2
5	15	20	10	20	30	60	30	0,8	0,4	0,7
6	18	20	18	22	22	45	60	1,2	0,4	0,9
7	15	25	10	8	20	45	45	0,9	0,6	0,7
8	25	22	10	12	30	45	60	1,0	0,8	0,9
9	12	25	18	10	32	30	30	0,8	0,6	0,7
10	10	15	8	10	28	60	30	1,4	0,7	1,2
11	15	22	20	25	30	60	45	0,6	0,4	0,5
12	20	25	15	40	30	30	60	0,8	0,4	0,6
13	10	20	10	25	30	45	30	1,0	0,5	0,9
14	12	15	18	15	25	30	30	0,9	0,3	0,8
15	20	25	20	20	30	45	60	1,0	0,5	0,8
16	10	15	10	15	16	60	45	1,2	0,4	1,1
17	18	25	12	10	30	30	30	1,5	0,9	1,3
18	25	20	10	15	20	60	60	0,8	0,5	0,7
19	12	25	10	10	32	60	60	1,2	0,9	1,1
20	15	20	8	20	25	30	45	0,8	0,4	0,7
21	10	25	25	15	30	45	30	0,7	0,5	0,6
22	18	20	20	20	35	60	45	1,4	0,7	0,9
23	10	15	10	30	30	30	30	1,4	0,7	0,8
24	10	15	12	20	20	30	30	1,2	0,4	0,8
25	12	18	20	18	30	60	30	1,2	0,6	1,1
26	10	12	12	15	15	30	30	0,9	0,3	0,8
27	15	22	10	12	20	45	60	0,8	0,6	0,7
28	22	20	8	16	8	30	45	0,6	0,2	0,4
29	18	25	10	8	32	60	60	1,2	0,8	1,1
30	20	25	8	20	28	30	30	0,8	0,4	0,6

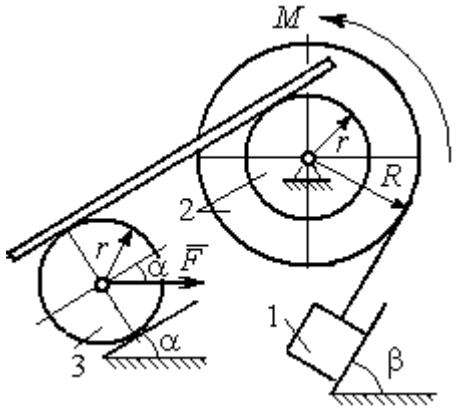
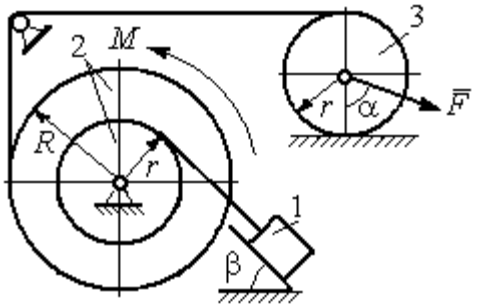
Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики

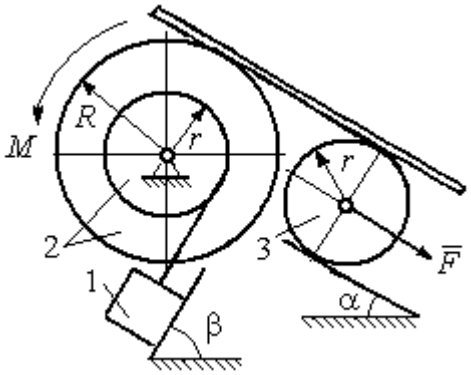
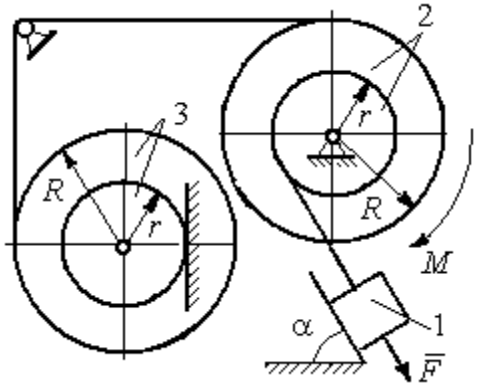
Механическая система с идеальными связями включает груз и два диска – однородного радиусом R или r и ступенчатого. Ступенчатый диск состоит из двух одноосных цилиндров радиусом R и r. Радиусы дисков указаны на схеме. Тела соединены нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя под действием сил тяжести, постоянной силы $\vec{F}$, а также пары сил с переменным моментом M. Направление действия силы $\vec{F}$ и наклон плоскости движущихся тел определяются углами α и β. Радиус инерции ступенчатого диска

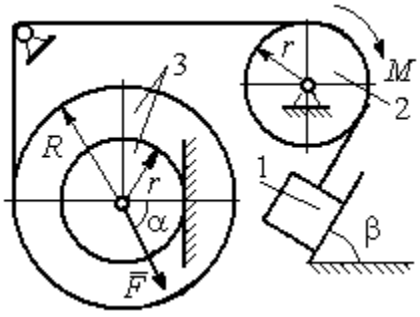
относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

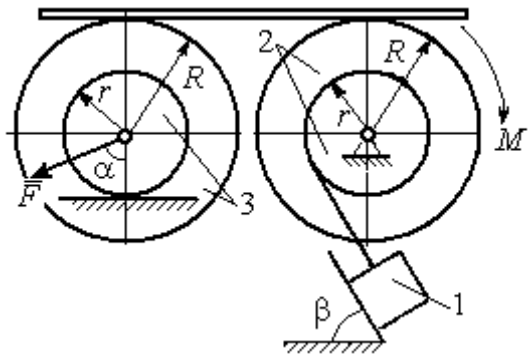
Качение дисков без проскальзывания. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует. Движение грузов по плоскости без трения. Нити и стержни, соединяющие груз и диски, параллельны соответствующим плоскостям, по которым двигаются тела.

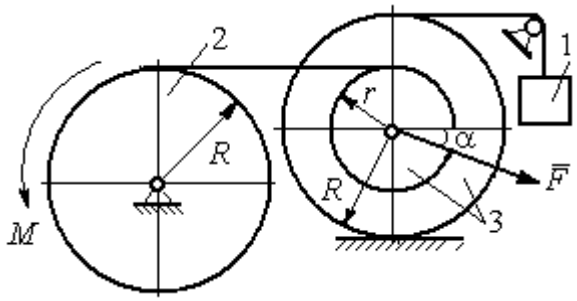
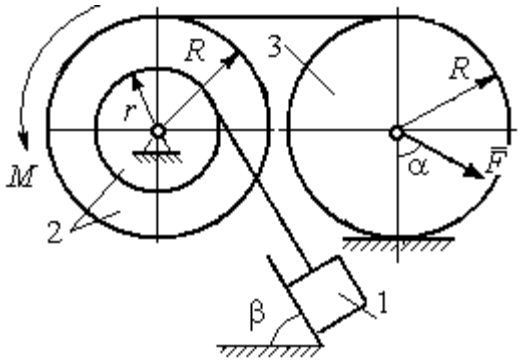
Найти уравнение движения центра масс диска 3. Определить реакцию шарнира диска 2 в момент времени t = 1 с.

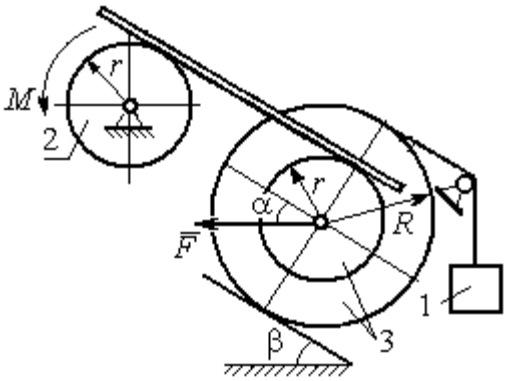
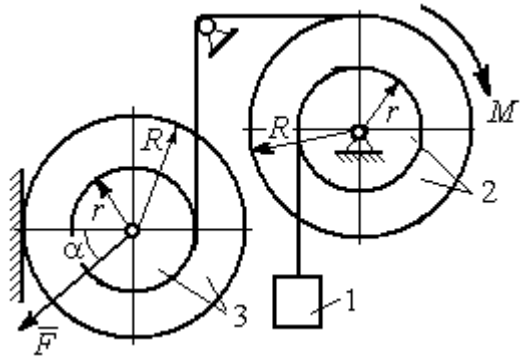
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	

Варианты 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	



Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	

Исходные данные задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	8	20	$3(2+t^2)$	30	60	0,6	0,3	0,4
2	10	22	15	15	$4(t+3)$	30	30	0,8	0,4	0,6
3	5	18	10	6	$8(t^2+1)$	90	30	0,4	0,3	0,3

4	5	22	10	5	$14(t^2+t+1)$	30	–	0,6	0,5	0,6
5	5	20	16	9	$3(t^2+4)$	45	60	0,6	0,3	0,5
6	10	16	14	15	$4(5+t)$	60	30	1,0	0,6	0,8
7	6	20	20	8	$9(3t^2+2)$	45	–	0,8	0,6	0,8
8	16	25	15	12	$5(t^2+4)$	30	60	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	$4(3+5t)$	60	30	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	10	$5(3t+6)$	30	–	1,0	0,8	0,9
11	4	22	8	15	$2+ t^2$	45	45	0,8	0,4	0,6
12	15	18	15	10	$5(t+3)$	30	60	1,0	0,5	0,7
13	6	20	10	4	$5(t^2+2)$	30	60	0,6	0,5	0,4
14	10	25	15	8	$16(t+2)$	60	–	0,8	0,6	0,7
15	8	18	20	10	$6(t+2)$	30	90	1,2	0,6	1,0
16	8	18	12	12	$5(3+t^2)$	90	60	0,8	0,6	0,7
17	5	20	10	10	$2t^2+20$	60	–	0,9	0,6	0,8
18	20	15	20	15	$3(t+4)$	60	30	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	10	$4(3+t)$	45	45	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	6	$6(3t+4)$	45	–	1,0	0,6	0,9
21	15	25	12	12	$6+t^2$	60	60	0,6	0,3	0,5
22	20	22	18	15	$2(2t+9)$	45	45	0,8	0,4	0,6
23	8	24	12	8	$7(3t^2+2)$	30	45	0,8	0,5	0,6
24	12	20	18	10	$6(t+4)$	90	–	0,5	0,3	0,4
25	5	20	12	12	$9(2+t^2)$	60	30	1,4	0,7	1,2
26	10	12	10	8	$6(2+t)$	30	45	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	14	$8(2t^2+3)$	30	–	0,8	0,2	0,6
28	10	20	20	20	$3(t^2+3)$	45	30	0,6	0,3	0,5
29	10	18	8	12	$5(4+t+ t^2)$	30	60	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	15	$8(t^2+5)$	60	–	1,0	0,8	0,9

Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью *c*. Брус 1, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3. Радиусы ступеней ступенчатого диска и радиус однородного диска указаны на схеме.

Качение катка 3 происходит без проскальзывания. Скольжение между брусом и дисками отсутствует. В задачах, где пружина соединяется с блоком 2, передача движения блоку 2 производится посредством невесомого стержня без скольжения.

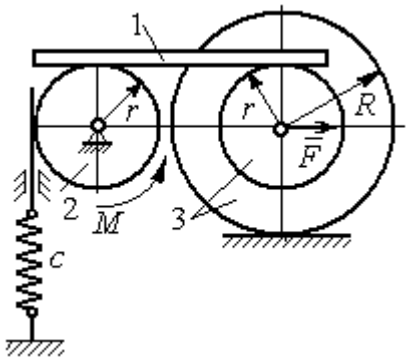
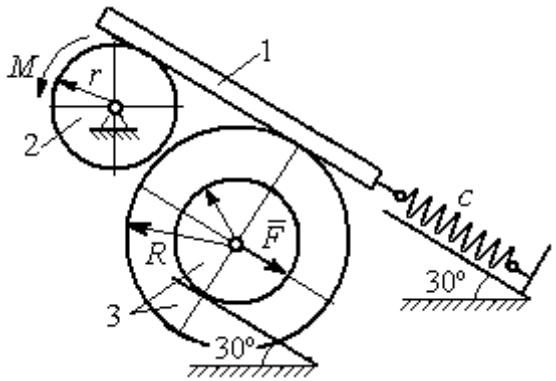
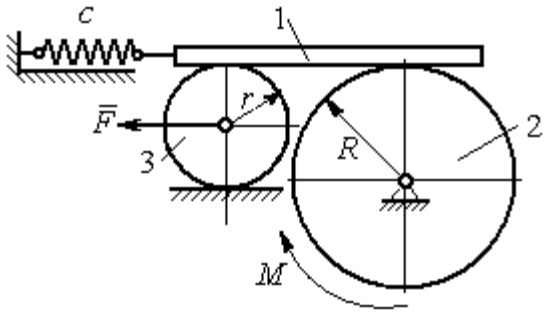
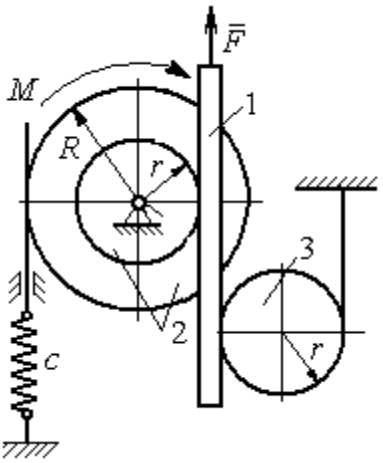
Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

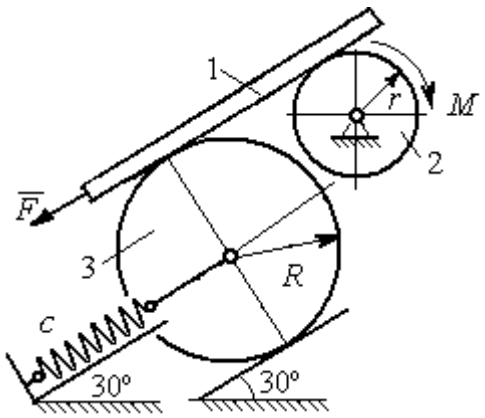
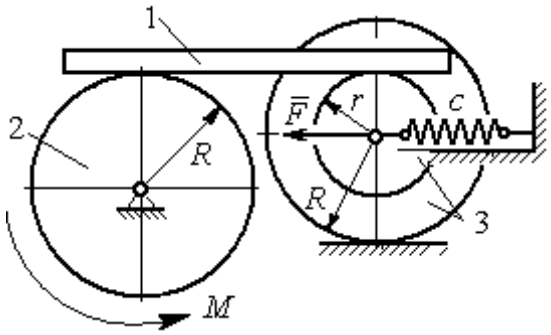
Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M.

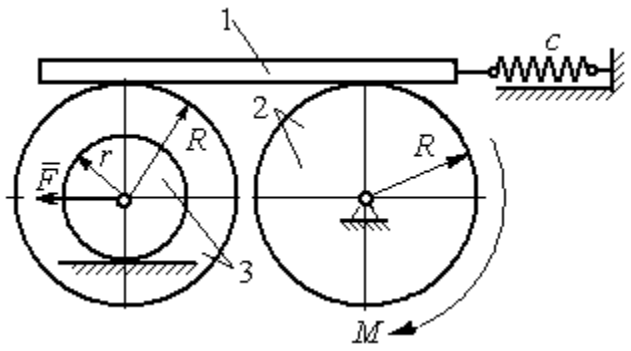
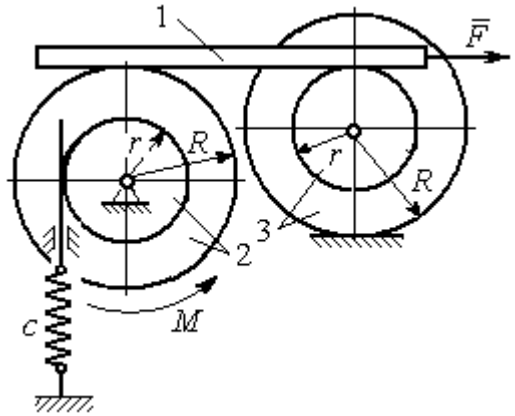
Определить закон движения бруса 1 и закон угловых колебаний блока 2, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость ω_{20}, направленную в сторону заданного момента пары сил.

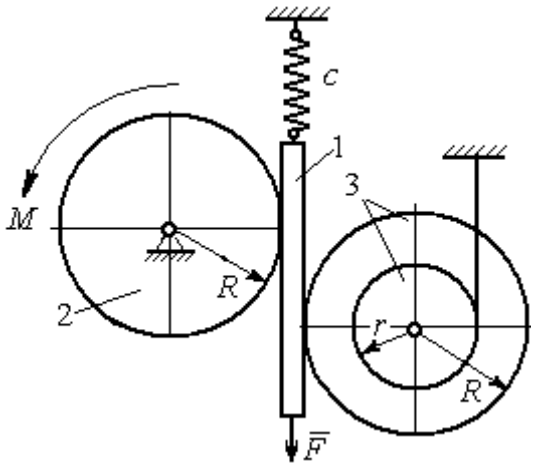
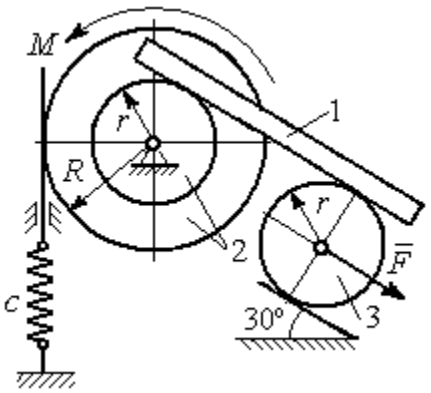
Варианты заданий даны на рис. 6.9, 6.10. Варианты исходных данных в табл. 6.2. Отрицательные значения величин F или M в табл. 6.2 означают, что при заданных

модулях силы или момента направление вектора силы $\vec{F}$ или момента M на схеме следует изменить на противоположные.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	
Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	

Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	

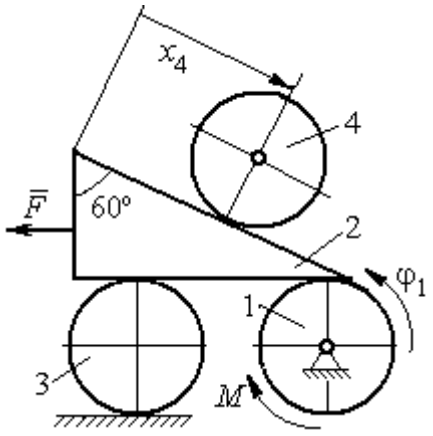
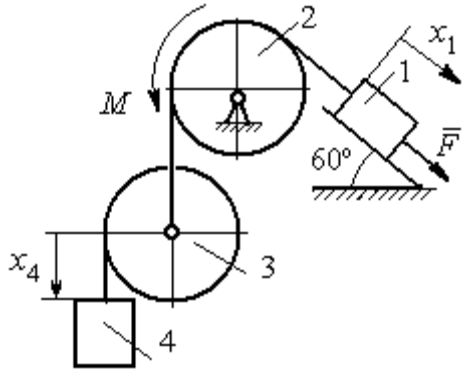
Исходные данные задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
1	8	12	18	15	3	50	0,3	0,6	0,3	0,4
2	10	8	15	12	5	55	0,4	0,8	0,5	0,6
3	5	18	10	8	4	60	0,2	0,5	0,3	–
4	5	20	12	10	6	70	0,5	0,6	0,5	0,6
5	5	8	16	8	8	65	0,2	0,6	0,3	–
6	8	10	14	6	2	50	0,1	1,0	0,6	0,8
7	10	12	15	12	3	65	0,2	0,8	0,6	0,7
8	12	15	15	6	2	50	0,3	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	4	75	0,1	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	5	12	60	0,4	1,0	0,8	0,9

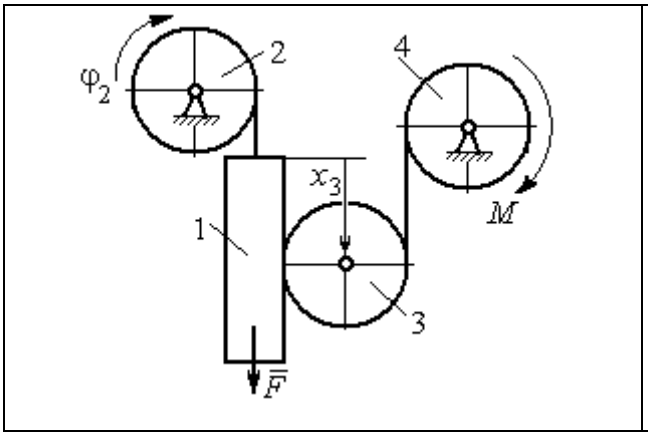
Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
11	4	10	12	–10	–2	60	0,2	0,8	0,4	0,6
12	5	8	15	–8	3	50	0,5	1,0	0,5	0,7
13	6	15	8	–12	–4	65	0,4	0,6	0,5	–
14	10	25	10	6	10	55	0,1	0,8	0,6	0,7
15	8	6	20	–10	2	70	0,2	1,2	0,6	–
16	10	12	12	–5	6	60	0,3	0,8	0,6	0,7
17	12	16	12	–6	–2	55	0,4	0,9	0,6	0,8
18	10	20	20	10	4	60	0,1	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	–10	6	65	0,2	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	–3	6	50	0,24	1,0	0,6	0,9
21	5	12	15	12	–3	55	0,3	0,6	0,5	0,55
22	10	15	18	6	–2	65	0,1	0,8	0,4	0,6
23	8	20	12	–8	2	45	0,2	0,8	0,6	–
24	12	20	18	–4	–8	70	0,4	0,5	0,3	0,4
25	6	10	15	–6	–2	60	0,1	1,4	0,7	–
26	8	12	10	10	–3	65	0,2	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	5	–3	70	0,2	0,8	0,2	0,6
28	8	12	12	–6	2	65	0,3	0,6	0,3	0,5
29	10	18	20	–10	4	60	0,2	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	8	6	75	0,1	1,0	0,8	0,9

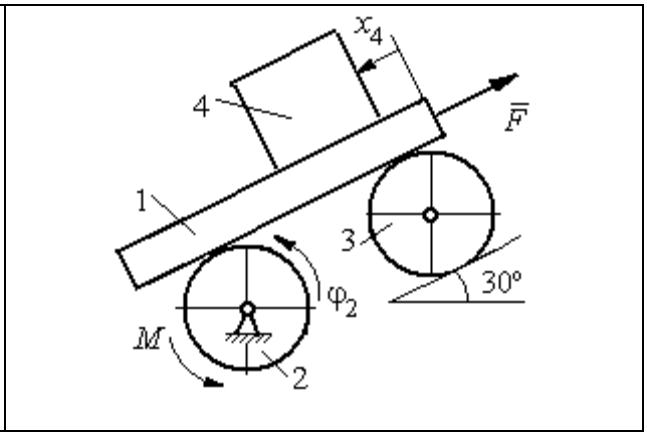
Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы

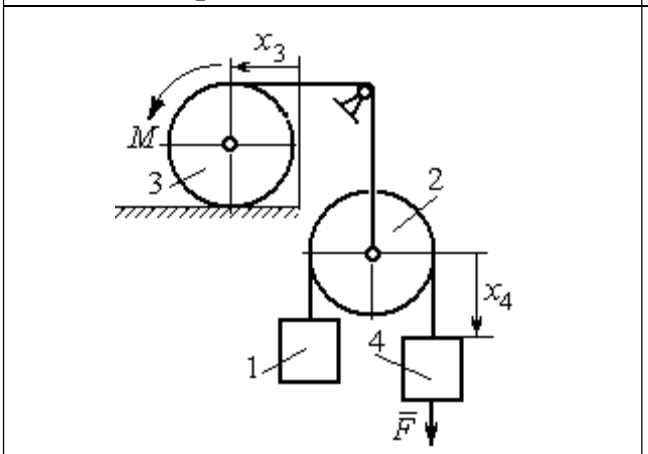
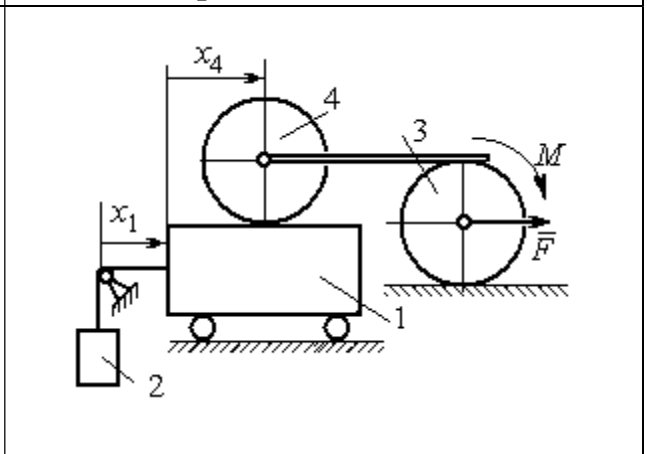
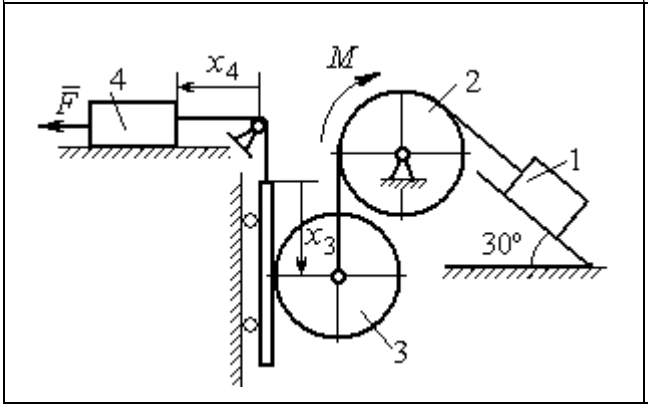
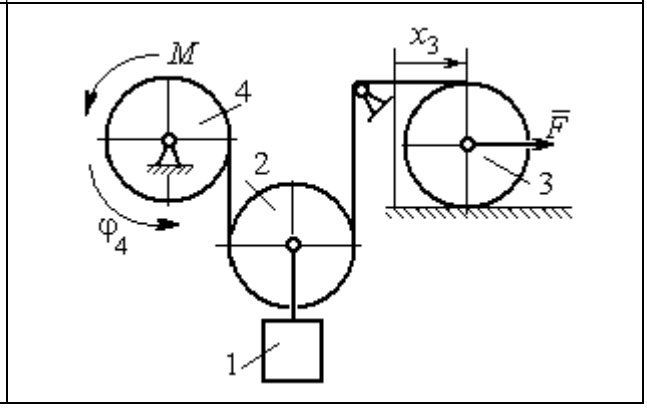
Механическая система, состоящая из четырёх тел, из состояния покоя движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, $\vec{P}_4$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M. Качение тел во всех случаях происходит без проскальзывания, скольжение грузов по поверхностям – без трения. Радиусы дисков одинаковы и равны R. Найти уравнения движения системы в обобщённых координатах.

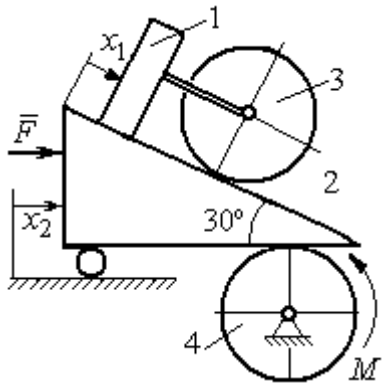
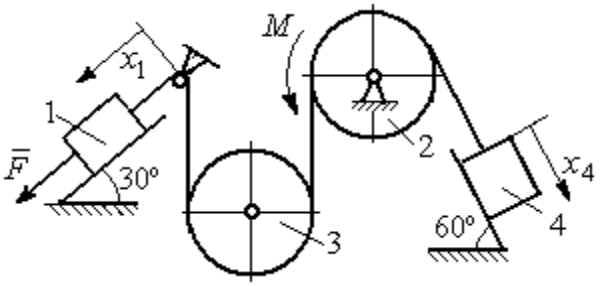
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	

Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**





Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	
Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

Варианты № 9, 19, 29	Варианты № 10, 20, 30
	

Исходные данные задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P_1, Н	P	$2P$	P	$1{,}5P$	P	$3P$	P	$1{,}2P$	$3P$	P	$2P$	P	P	$2P$	P
P_2, Н	$3P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	$4P$	$3P$
P_3, Н	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$
P_4, Н	$2P$	P	P	$2P$	$3P$	$3P$	P	P	$2P$	P	P	P	$2P$	$2P$	$2P$
R, м	$2r$	$1{,}5r$	$2{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	r	$1{,}5r$	r	$2r$	r	$1{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	$2r$	$2r$
F, Н	P	$2P$	P	$3P$	P	P	$2P$	$4P$	P	$2P$	P	$2P$	$1{,}5P$	$4P$	$2P$
M, Н·м	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P_1, Н	$4P$	$1{,}5P$	P	$2P$	P	P	$1{,}5P$	$1{,}5P$	$2P$	P	P	$2P$	$1{,}2P$	$3P$	$1{,}2P$
P_2, Н	$2P$	$2P$	$2P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	$2P$	$1{,}2P$	$2P$	$3P$	$2P$
P_3, Н	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	P	P	$3P$
P_4, Н	$1{,}5P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	P	$2P$	P	$2P$
R, м	$1{,}5r$	r	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}2r$	$2r$	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}2r$	$2r$
F, Н	$2P$	$2P$	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	P	$3P$	$1{,}5P$	$4P$	$2P$	$3P$
M, Н·м	$3Pr$	$2Pr$	$4Pr$	Pr	$4Pr$	$4Pr$	$2Pr$	Pr	$4Pr$	$2Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Специальность
21. 05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Беляев В. П.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Методические рекомендации по написанию реферата 5

Заключение 8

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;

- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Одним из видов самостоятельной работы является выполнение контрольной работы. В учебном плане специальности ***21. 05.04 Горное дело,*** специализации ***Открытые горные работы*** такой работой является реферат.

1. Методические рекомендации по написанию реферата

Слово "реферат" (от латинского – referre – докладывать, сообщать) означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания какого–либо вопроса или темы на основе критического обзора информации.

Написание реферата - вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Ведущее место занимают темы, представляющие профессиональный интерес, несущие элемент новизны. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенную тему на семинарах, конференциях.

При подготовке реферата необходимо соблюдать следующие правила.

- Определить идею и задачу реферата. Следует помнить, что реферат будут читать другие. Поэтому постоянно задавайте себе вопрос, будет ли понятно написанное остальным, что интересного и нового найдут они в работе.
- Ясно и четко сформулировать тему или проблему. Она не должна быть слишком общей.
- Найти нужную литературу по выбранной теме. Составить перечень литературы, которая обязательно должна быть прочитана.

Только после предварительной подготовки следует приступать к написанию реферата. Прежде всего, составить план, выделить в нем части.

- Введение, в котором раскрывается цель и задачи сообщения; здесь необходимо сформулировать социальную или политическую проблему, которая будет проанализирована в реферате, изложить своё отношение к ней, то есть мотивацию выбора; определить особенность постановки данной проблемы авторами изученной литературы; объяснить актуальность и социальную значимость выбранной темы.
- Основная часть. Разделы, главы, параграфы основной части должны быть направлены на рассмотрение узловых моментов в теме реферата. Изложение содержания изученной литературы предполагает его критическое осмысление, глубокий логический анализ.

  Каждый раздел основной части реферата предполагает детальное изучение отдельного вопроса темы и последовательное изложение структуры текстового материала с обязательными ссылками на первоисточник. В целом, содержание основной части должно отражать позиции отдельных авторов, сравнительную характеристику этих позиций, выделение узловых вопросов дискурса по выбранной для исследования теме.

  Студент должен показать свободное владение основными понятиями и категориями авторского текста. Для лучшего изложения сущности анализируемого материала можно проиллюстрировать его таблицами, графиками, сравнением цифр, цитатами.
- Заключение. В заключении автор реферата должен сформулировать личную позицию в отношении изученной проблемы и предложить, может быть, свои способы её решения. Целесообразно сделать общие выводы по теме реферата и ещё раз отметить её актуальность и социальную значимость.
- Список использованных источников и литературы.

Написание рефератов является одной из форм обучения студентов, направленных на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов, а также на усиление контроля за этой работой.

Целью написания рефератов является привитие студентам навыков самостоятельной работы с литературой с тем, чтобы на основе их анализа и обобщения студенты могли делать собственные выводы теоретического и практического характера, обосновывая их соответствующим образом.

В отличие от теоретических семинаров, при проведении которых студент приобретает, в частности, навыки высказывания своих суждений и изложения мнений других авторов в устной форме, написание рефератов даст ему навыки лучше делать то же самое, но уже в письменной форме, грамотным языком и в хорошем стиле.

Представляется, что в зависимости от содержания и назначения в учебном процессе рефераты можно подразделить на две основные группы (типы): научно-проблемные и обзорно-информационные.

Научно-проблемный реферат. При написании такого реферата студент должен изучить и кратко изложить имеющиеся в литературе суждения по определенному, спорному в теории, вопросу (проблеме) по данной изучаемой теме, высказать по этому вопросу (проблеме) собственную точку зрения с соответствующим ее обоснованием.

На основе написанных рефератов возможна организация «круглого стола» студентов данной учебной группы. В таких случаях может быть поставлен доклад студента, реферат которого преподавателем признан лучшим, с последующим обсуждением проблемы всей группой студентов.

Обзорно-информационный реферат. Разновидностями такого реферата могут быть:

1) краткое изложение основных положений той или иной книги, монографии, другого издания (или их частей: разделов, глав и т.д.) как правило, только что опубликованных, содержащих материалы, относящиеся к изучаемой теме по курсу дисциплины. По рефератам, содержание которых может представлять познавательный интерес для других студентов, целесообразно заслушивать в учебных группах сообщения их авторов;

2) подбор и краткое изложение содержания статей по определенной проблеме (теме, вопросу), опубликованных в различных журналах за тот или иной период, либо в сборниках («научных трудах», «ученых записках» и т.д.).

Такой реферат может рассматриваться и как первоначальный этап в работе по теме курсовой работы.

Темы рефератов определяются преподавателем, ведущим занятия в студенческой группе. Литература либо рекомендуется преподавателем, либо подбирается студентом самостоятельно, что является одним из элементов самостоятельной работы.

Объем реферата должен быть в пределах 15-20 страниц машинописного текста через 1,5 интервала. При оформлении реферата необходимо ориентироваться на правила, установленные для оформления курсовых работ.

Написание реферата и его защита перед преподавателем или группой предполагает, что студент должен знать правила написания и оформления реферата, а также уметь подготовить сообщение по теме своего реферата, быть готовым отвечать на вопросы преподавателя и студентов по содержанию реферата.

Роль студента: идентична при подготовке информационного сообщения, но имеет особенности, касающиеся:

- выбора литературы (основной и дополнительной);
- изучения информации (уяснение логики материала источника, выбор основного материала,
- краткое изложение, формулирование выводов);
- оформления реферата согласно установленной форме.

Реферат сдается в указанные преподавателем сроки. Выполнение этой работы является основанием для допуска студента к зачету/экзамену по Философии.

Критерии оценивания:

достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

использование профессиональной терминологии;

использование литературных источников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

Автор: Гладкова И. В., доцент, к. ф. н.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Философии и культурологии	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Беляев В.П.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по работе с текстом лекций	5
2	Методические рекомендации по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)	9
4	Методические рекомендации по написанию эссе	11
5	Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям	14
6	Методические рекомендации по подготовке к дискуссии	15
7	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	17
	Заключение	20
	Список использованных источников	21

Автор: Гладкова И. В., доцент, к. ф. н.

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и

конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.

2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.

3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и

рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

3.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладов-презентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;

- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;

- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;

- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.

3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации.

Общая структура доклада

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	2
Наличие аргументов	2
Наличие выводов	2
Наличие презентации доклада	2
Владение профессиональной лексикой	2
Итого:	10

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);

2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить.

Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).

2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).

3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью.

Условия эффективного проведения дискуссии:

- информированность и подготовленность студентов к дискуссии,

- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;

- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;

- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;

- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

Этап 1-й, введение в дискуссию: формулирование проблемы и целей дискуссии;

определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

Этап 2-й, обсуждение проблемы: обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

Этап 3-й, подведение итогов обсуждения: выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен (зачет) - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь

на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.19 ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Шангина Е.И., проф., д-р пед. н., к. т. н., зав. каф. ИГр

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Инженерной графики	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Шангина Е.И.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 29.08.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 5
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 5
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 6
Подготовка к зачёту 6
Подготовка к экзамену 7

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов - это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы - закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время.

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с

целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы.

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, тестирование, опрос, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ, защита зачётных работ и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса: *для овладения знаниями:*

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам;

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены в учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний,

полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям: *для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей;

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам;

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа - индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе: *для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы.

Тест - это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста,

студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте,
- продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос - индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-

ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный
университет»

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Екатеринбург – 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического
факультета
_____Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

4-е издание, исправленное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

Б 43 Рецензент: *Л. Г. Тимофеева*, доцент Уральского государственного лесотехнического университета.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 15._02.2018 года (протокол № 4) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Белоносова И. Б.

Б 43 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБА. Методическое пособие по теме «Условности машиностроительного черчения» для самостоятельной работы студентов всех специальностей и направлений. 4-е издание, исправленное / И. Б. Белоносова; Уральский гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 38 с.

В методическом пособии содержатся исходные данные для индивидуальных заданий, примеры их выполнения, а также основные сведения о резьбах, применяемых в машиностроении, параметрах и технологических элементах резьб в соответствии с Государственными стандартами.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей и направлений.

© Белоносова И. Б., 1994, 2002, 2012
© Уральская государственная горно-геологическая академия 1994, 2002.
© Уральский государственный горный университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82) 3
ТИПЫ РЕЗЬБ 5
Метрическая резьба 6
Трубная цилиндрическая резьба 7
2.3.Трапецеидальная резьба 9
2.4.Упорная резьба 10
2.5.Прямоугольная и квадратная резьбы 12
Изображение резьбы 13
Изображение наружной резьбы 13
Изображение внутренней резьбы 14
Изображение специальных резьб 15
Изображение резьбового соединения 15
ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ 16
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ 17
Сбег резьбы 17
Недовод резьбы 18
Недорез резьбы 18
Фаска 18
Проточка 19
6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ» 20
Цель задания 20
Содержание задания 20
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ 24
Конец вала с метрической резьбой на стержне 24
Конец вала с метрической резьбой в отверстии 27
Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне 28
Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии 30
Конец вала с упорной резьбой в отверстии 31
Изображение шпоночного паза 32
Примеры оформления задания 33
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 37

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении. Они обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

1. РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82)

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

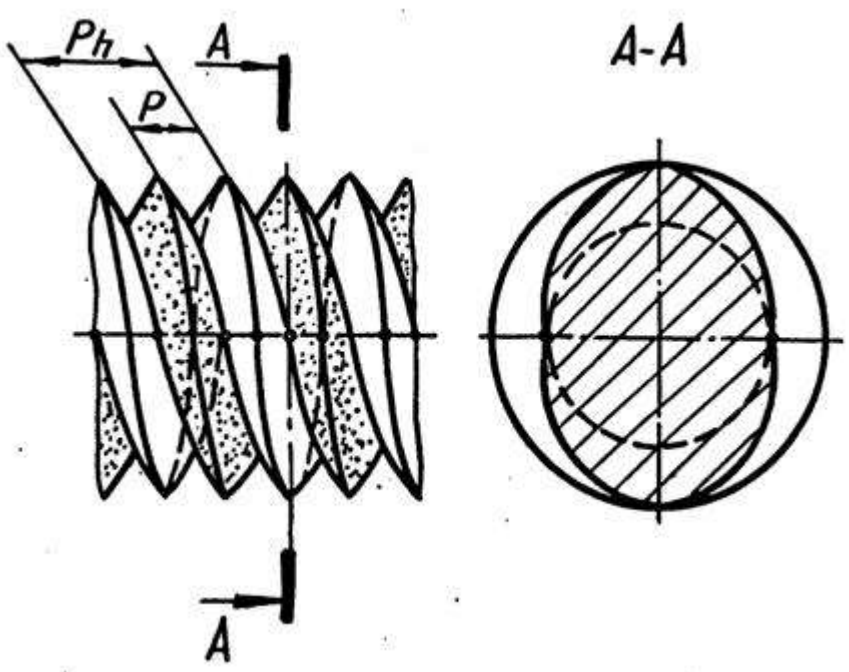


Рис. 1

Резьбы классифицируются по следующим признакам:

1. В зависимости от формы поверхности, на которой нарезана резьба, они подразделяются на цилиндрические и конические.

2. В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия они подразделяются на внешние и внутренние.

3. В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, прямоугольного, круглого и других профилей.

4. По эксплуатационному назначению резьбы делятся на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходо-вые (трапецеидальные, упорные, прямоугольные, круглые), специальные и др.

5. В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы.

6. По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двух-трехзаходные) и др.

Все резьбы разделяют на следующие группы:

- стандартизованные – резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом, диаметром;
- нестандартизованные или специальные – резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованным.

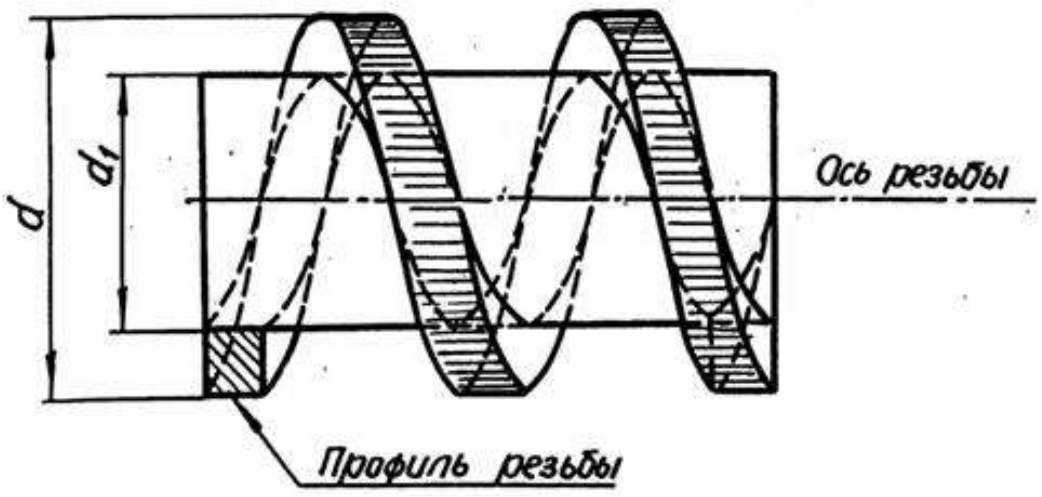


Рис. 2

Основные элементы и параметры резьб имеют следующие определения. **Ось резьбы** – прямая, относительно которой происходит винтовое движение контура, образующего резьбу (рис. 2).

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось. Резьбу называют по форме ее профиля: треугольной, прямоугольной, трапецеидальной и т. п.

Левая резьба – образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя. К обозначению левых резьб добавляется «*LH*».

Правая резьба – образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Шаг резьбы (P) **–** расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 1).

Х**од резьбы** (P_h) - расстояние между ближайшими одноименными и боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы.

Наружный диаметр резьбы (d – для болта, D – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 2).

Внутренний диаметр резьб ы (d_1 – для болта, D_1 – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

2. ТИПЫ РЕЗЬБ

В машино- и приборостроении применяются стандартные резьбы различных типов.

2 . 1 . Метрическая резьба

Профиль метрической резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом при вершине 60 . Вершины и впадины витков имеют срез, благодаря которому между вершинами витков болта и впадинами гайки оставляется некоторый зазор, который предотвращает заклинивание.

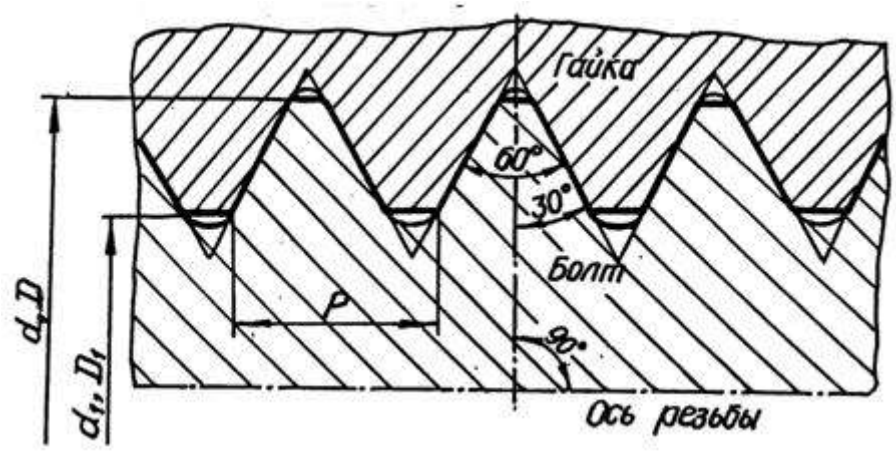


Рис. 3

Размеры метрической резьбы для диаметров от 1 до 600 мм установлены по ГОСТ 8724-81 и 9150-81. Диаметры резьб разделены на три ряда, а шаги на крупные и мелкие. Крупным называют наибольший из шагов для номинального размера диаметра резьбы. Метрические резьбы с крупным шагом установлены для диаметров от 1 до 63 мм; метрические резьбы с мелкими шагами - для диаметров от 1 до 600 мм.

Резьба с крупным шагом обозначается прописной буквой *M* и номинальным диаметром, например: *M*24, *M*36.

Резьба с мелким шагом обозначается прописной буквой *M*, номинальным диаметром и шагом, например: *M*24 2, *M*36 2.

Резьба левая обозначается буквами *LH*, например: *M*24 *LH*, *M*24 2*LH*. Резьбы многозаходные обозначаются буквой *M*, номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой *P*, и числовым значением шага, например: трехзаходная резьба с шагом 2 мм *M*36 3(*P*2), для левой резьбы *M*36 3(*P*2)*LH*.

Согласно ГОСТ 16093-81 система допусков резьб общего назначения предусматривает допуски диаметров резьб, устанавливаемые степенями точно-сти:

для наружного диаметра наружной резьбы (болта) – 4, 6, 8;

для внутреннего диаметра внутренней резьбы (гайки) – 4, 5, 6, 7, 8; Положение полей допусков диаметров резьбы имеют следующие обозна

чения:

для резьбы болтов – *d*, *e*, *f*, *d*, *h*;

для резьбы гаек – *E*, *F*, *G*, *H*.

Примеры обозначения резьбы номинальным диаметром 20 мм с обозна-чением полей допусков:

*M*20-6*g* - с крупным шагом, наружная;

*M*20-6*H* - с крупным шагом, внутренняя;

*M*20 2-6*g* - с мелким шагом, внутренняя;

*M*20 2*LH*-6*g* - с мелким шагом, наружная, левая.

Посадка обозначается дробью: числитель – поле допуска внутренней

резьбы, знаменатель - поле допуска наружной, например: *M*20 2*LH*-6*H*/6*g*.

Для покупных крепежных изделий рекомендуется применять следующие значения полей допуска: для гайки – 6*H*, 7*H* и для болта - 6*g*, 8*g*.

2 . 2 . Трубная цилиндрическая резьба

Трубную цилиндрическую резьбу (ГОСТ 6357-81) применяют в трубо-проводах, а также в соединениях внутренней цилиндрической резьбы с наруж-ной конической резьбой.

Профилем трубной резьбы (рис. 4) является равнобедренный треугольник

с углом при вершине 55 и закругленными вершинами и впадинами. Профили наружной и внутренней резьбы совпадают, что обеспечивает герметичность в соединениях этой резьбы.

Характерные особенности трубной цилиндрической резьбы:

- резьба имеет более мелкий шаг и меньшую высоту профиля по сравнению с дюймовой цилиндрической резьбой;

- фактический наружный диаметр резьбы большего его номинального значения примерно на двойную толщину стенок трубы;

- номинальный наружный диаметр резьбы условно принимают равным внутреннему диаметру трубы, на которой нарезается резьба (рис. 5).

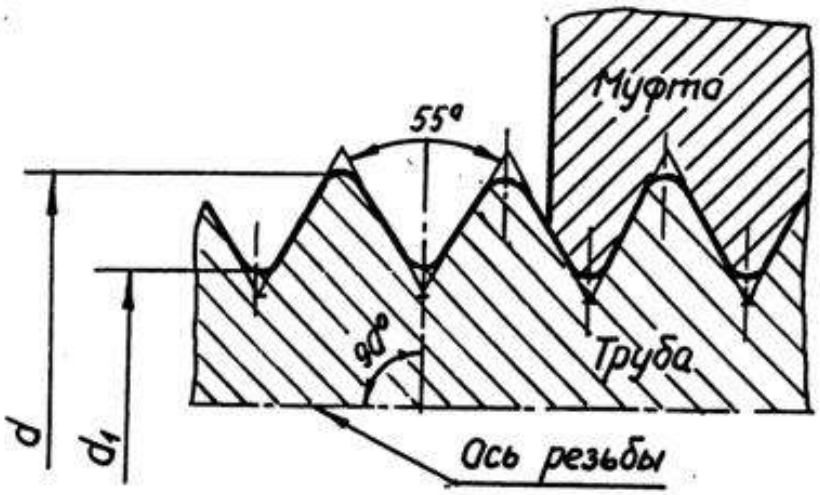


Рис. 4

Трубную резьбу условно обозначают в дюймах (1 =25,4 мм), указываю-щих (приближенно) величину диаметра отверстия трубы, который называют диаметром условного прохода трубы и обозначают D_y.

Трубную цилиндрическую резьбу нарезают на трубах до 6 . Трубы свыше 6 сваривают.

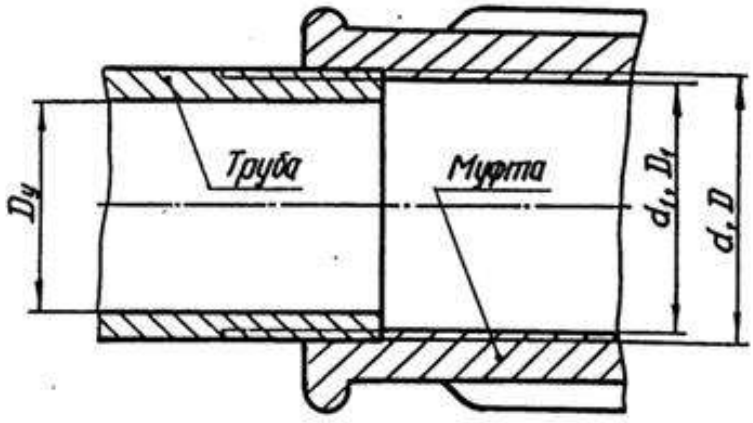


Рис. 5

Обозначение трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81 состоит из буквы G, номинального размера резьбы в дюймах и класса точности изготовления резьбы. Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности – А и В., например:

- резьба класса точности А: G1 – А;

- резьба левая (*LH*) класса точности *B*: *G*3*LH* – *B*;

- резьбовое соединение при классах точности внутренней резьбы *A*, наружной *B*: *G*3 – А/*B*.

2 . 3 . Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484-81 служит для передачи движений и усилий. Трапецеидальная резьба применима для диаметров от 10 до 640 мм и может иметь шаги от 2 до 48 мм. Предусмотрено выполнение резьб одного и того же диаметра, но с различными шагами.

Трапецеидальная резьба имет профиль в виде равнобочной трепеции с углом между ее боковыми сторонами, равными 30 (рис. 6).

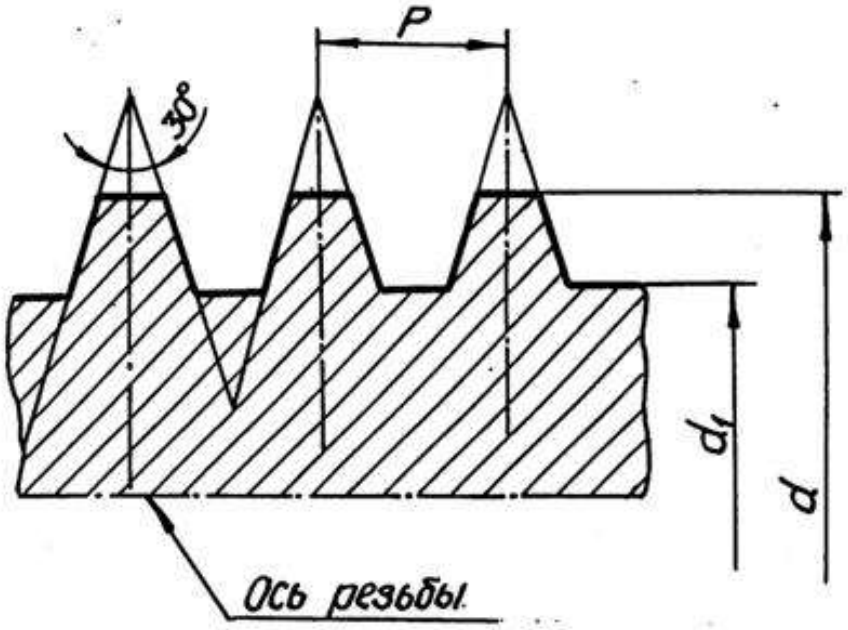


Рис. 6

Симметричный профиль резьбы позволяет применять ее для риверсивных винтовых механизмов. Одинаковые зазоры по наружному и внутреннему диа-метрам создают благоприятные условия для смазывания. Трапецеидальная резьба может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой.

Номинальные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24738-81.

Условное обозначение однозаходной трапецеидальной резьбы включает буквы *Tr*, номинальный диаметр и шаг, а также буквы *LH* для левой резьбы, например, *Tr*40 3*LH*.

Основные размеры и допуски резьбы трапецеидальной многозаходной устанавливает ГОСТ 24739-81.

Условное обозначение трапецеидальной многозаходной резьбы содержит буквы *Tr*, номинальный диаметр, числовое значение хода и в скобках буква Р с числовым значением шага, например, *Tr*20 4(P2)*LH*.

В производственных чертежах в обозначение резьбы обязательно вклю-чают обозначение поля допуска, состоящее из цифры, показывающей степень точности среднего диаметра резьбы и буквы латинского алфавита, обозначаю-щей основное отклонение этого диаметра, например, *Tr*20 4(P2)*LH*-8*H*/8*e*.

2 . 4 . Упорная резьба

Упорная резьба обладает высокой прочностью и высоким КПД. Она применяется в грузовых винтах для передачи больших усилий, действующих в од-ном направлении в мощных домкратах, прессах и т. д.

Профиль резьбы (рис. 7) представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона 3 . Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона 30 .

Профиль и параметры упорной резьбы предусматривает ГОСТ 10177-82. Для упорной резьбы предусмотрены номинальные диаметры резьбы от 10 до

640 мм, резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре.

На чертеже упорная резьбы обозначается буквой S, номинальным диаметром и шагом, например: резьба упорная левая, имеющая номинальный диаметр 80 мм и шаг 16 мм – *S*80 16 *LH*.

В прессостроении применяется также упорная резьба, профиль которой представляет собой неравнобочную трапецию с углом рабочей стороны 0 и нерабочей – 45 . Усиленная упорная резьба предусмотрена для диаметров от 80

до 2000 мм.

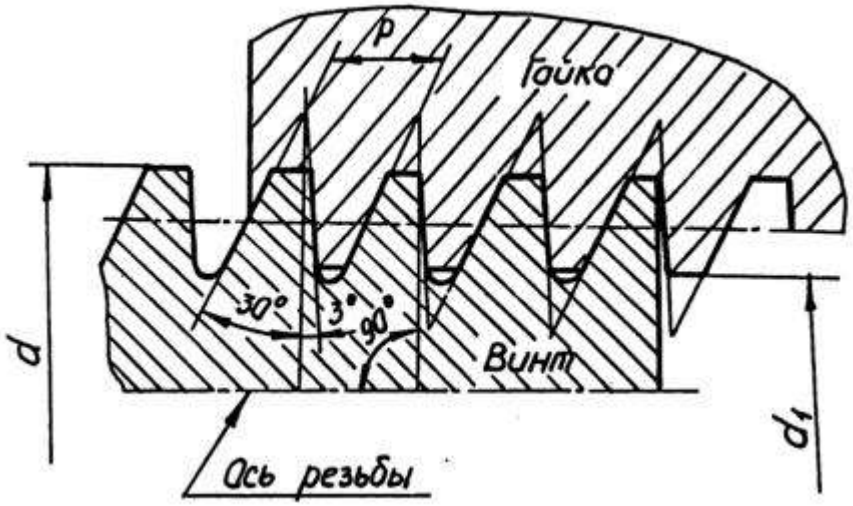


Рис. 7

2 . 5 . Прямоугольна я и квадратная резьбы

Прямоугольная и квадратная резьбы имеют высокий КПД и дают большой выигрыш в силе, поэтому они применяются для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах.

Прямоугольная и квадратная резьбы не стандартизованы, так как имеют следующие недостатки:

- в соединении (типа «болт – гайка») трудно устроить биение;

- они обладают прочностью меньшей, чем трапецеидальная резьба, так как основание витка у трапецеидальной резьбы при одном и том же шаге шире,

чем у прямоугольной или квадратной резьб;

- их труднее изготовить, чем трапецеидальную.

В соответственных соединениях эти резьбы заменены трапецеидальными. При изображении этих резьб обязательно указывают ее профиль и размеры (рис. 8). Диаметр резьбы предпочтительно выбирать из ряда номинальных диаметров метрической резьбы.

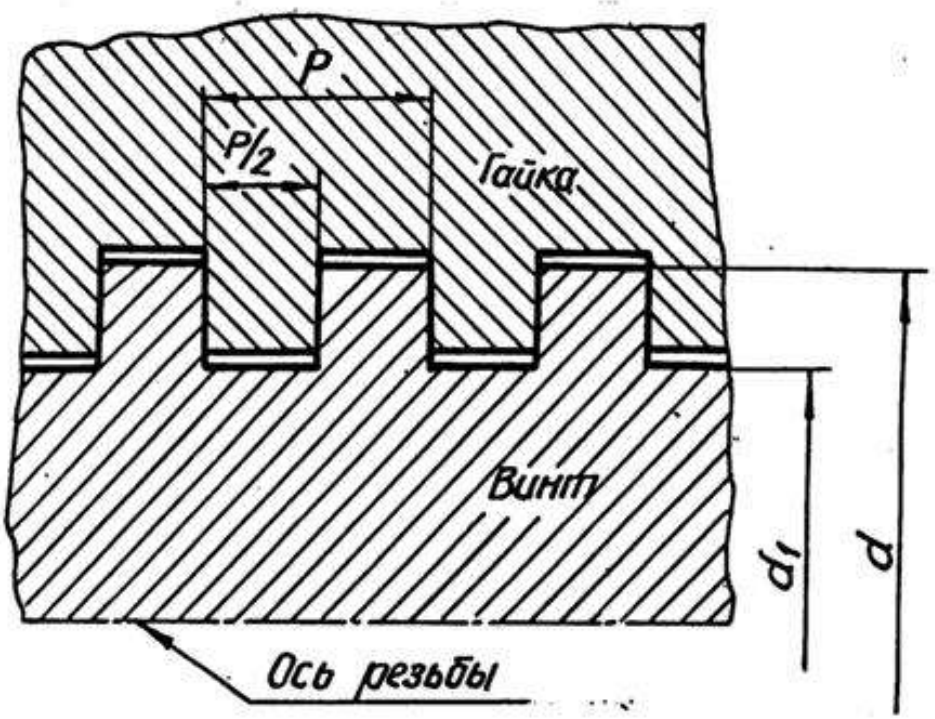


Рис.8

3. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Все резьбы, независимо от их типа, изображаются на чертежах условно в соответствии с ГОСТ 2.311-68.

Основная условность заключается в проведении сплошной толстой линии вместо выступов резьбы и тонкой сплошной линии вместо впадин; витки резьбы не изображаются. Границу резьбы упрощенно изображают прямой, перпендикулярной к оси изображения; эта прямая, если она видимая, выполняется сплошной толстой линией.

3 . 1 . Изображение наружной резьбы

Изображение резьбы содержит линии, соответствующие: оси резьбы, наружному и внутреннему диаметрам резьбы и границе резьбы. Резьбу на стерж-не изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резь-бы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рис. 9).

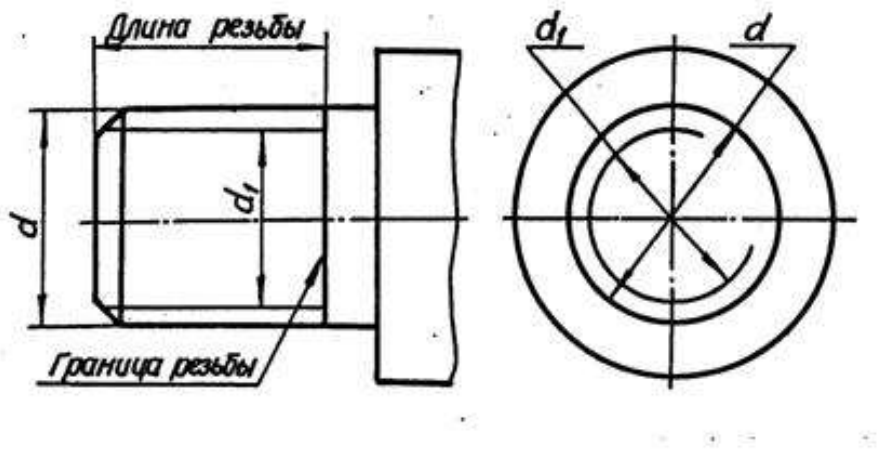


Рис.9

При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу.

При изображении резьбы на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы. тонкую линию окружности внутреннего диаметра резьбы проводят в виде дуги, примерно равной ¾ этой окружности. Разрыв окружности допускается делать в любом месте. Расстояние между сплошной и тонкой линиями обычно принимают равным не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Не принято на этом виде показывать фаску, а также начинать и кончать тонкую линию на центровых (осевых линиях).

3. 2. Изображение внутренней резьбы

Резьбу в отверстии изображают в плоскости разреза сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру.

На виде, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси резьбы, наружный диаметр резьбы изображают сплошной тонкой линией, приблизительно равной ¾ окружности, разомкнутой в любом месте.

Штриховку на разрезах и сечениях наносят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы в отверстии или наружному диаметру резьбы на стержне.

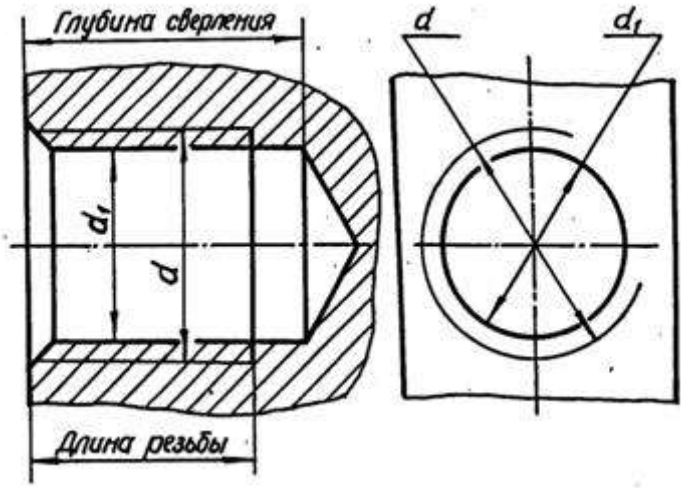


Рис. 10

3 . 3 . Изображение специальных резьб

При изображении резьб нестандартного профиля обязательно выявлять профиль резьбы либо с помощью местного разреза, либо – выносного элемента, указывая все необходимые размеры (наружный и внутренний диаметр резьбы, ширину впадины и шаг резьбы), а также и дополнительные данные: число захо-дов для многозаходной резьбы, направление для левой резьбы (рис. 11).

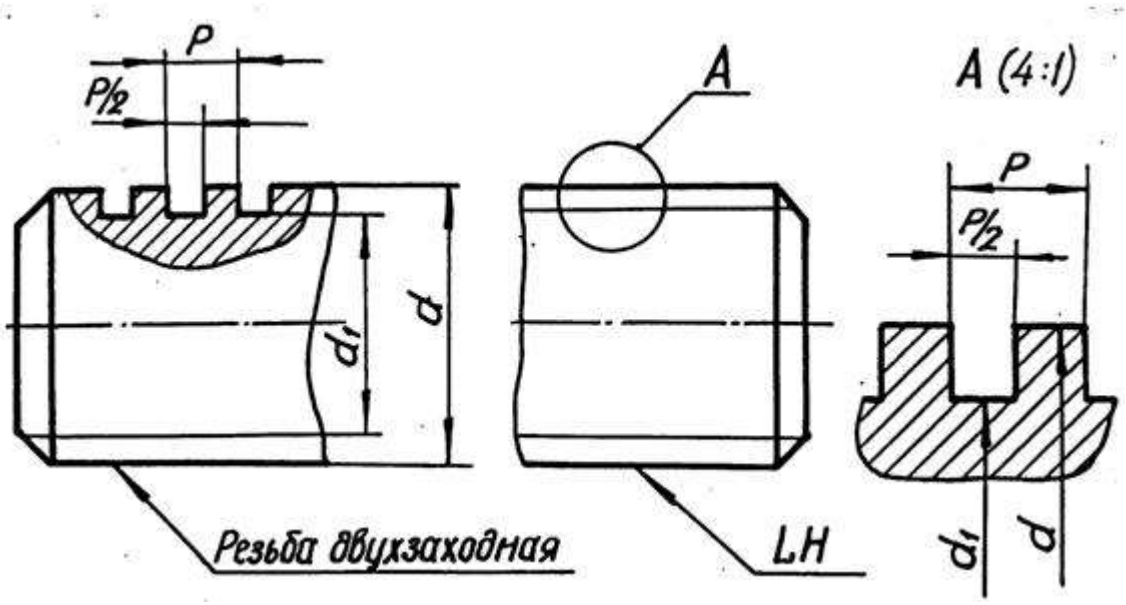


Рис. 11

3 . 4 . Изображение резьбового соединения

На разрезах резьбового соединения наружный диаметр стержня изображают сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы – сплошной тонкой линией. В отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 12).

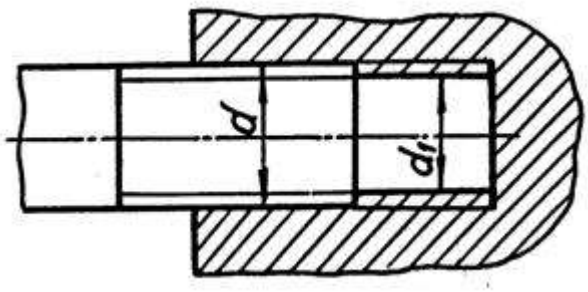
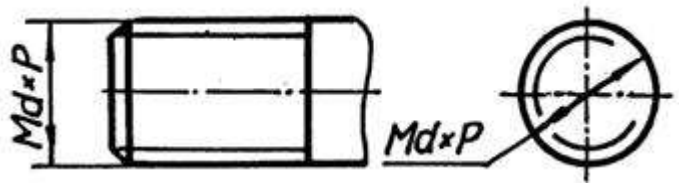
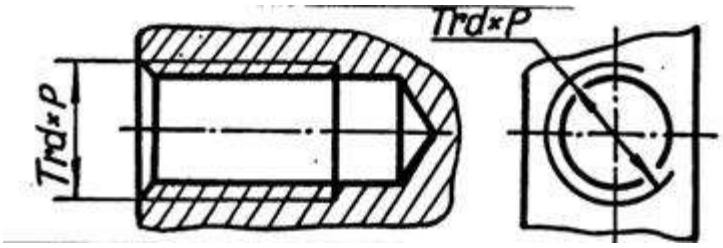
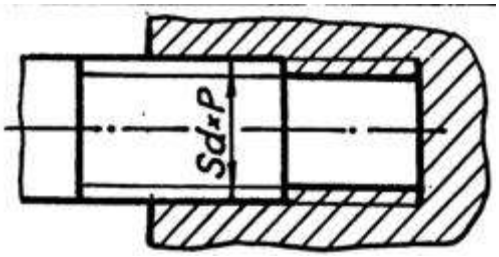
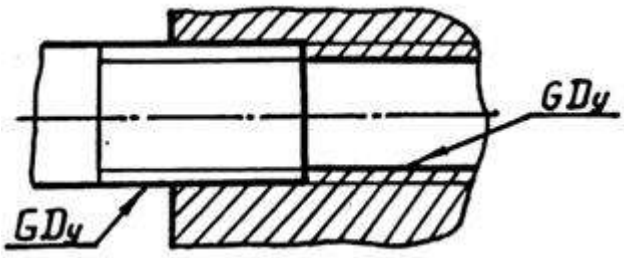


Рис. 12

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Обозначение стандартных резьб указывают по соответствующим нормативным документам. Условные обозначения резьб рассмотрены в гл. 2. Обозначение резьб на чертежах относят к ее наружному диаметру за исключением трубной и конической резьб, которые обозначают на линиях-выносках, оканчивающихся стрелкой. Стрелку проводят от контура резьбы (сплошной основной линии) (табл. 1).

Таблица 1

Типы резьб	Обозначение
Метрическая	
Трапецеидальная	
Упорная	
Трубная резьба цилиндрическая	

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

В зависимости от условий и характера производства выполнение резьбы может осуществляться различными способами и инструментами. Для нарезания наружной резьбы применяется плашка, диаметр которой определяется диаметром и шагом резьбы. Метчик применяется для нарезания внутренней резьбы. Часто резьба нарезается на токарных или револьверных станках при помощи резца, заточенного в соответствии с профилем нарезаемой резьбы.

Резьбы имеют технологические элементы, связанные с выходом режущего инструмента из тела детали, к которым относятся: сбег, недорез, проточка и фаска. Технологические параметры резьбы зависят от угла заборной части резьбонарезающего инструмента и шага резьбы (параметры трубной цилиндрической резьбы зависят от диаметра условного прохода резьбы) и соответствуют ГОСТ 27148-86.

5 . 1 . Сбег резьбы

Заборный участок плашки оставляет на стержне резьбу с постепенно уменьшающимся профилем. Длина участка неполноценной резьбы в конце резьбовой части детали, где глубина ее сходит на нет, называется сбегом резь-бы. Сбег резьбы изображают сплошными тонкими линиями (рис. 13). Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбега, но его учитывают при конструировании деталей.

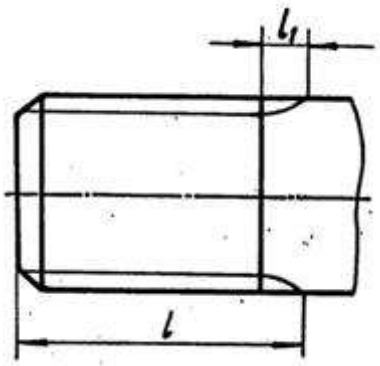


Рис. 13

5 . 2 . Недовод резьбы

В случае, когда вырезаемая часть стержня ограничивается опорной по-верхностью (буртиком, головкой, заплечником), при нарезании резьбы плашка во избежание поломки, обычно не доводится до упора в эту поверхность. Вели-чина ненарезанной части детали между концом сбега резьбы и упорной поверх-ностью называется недоводом резьбы. Недовод зависит от шага резьбы; он не больше двух шагов, а для внутренней – не более трех шагов.

5 . 3 . Недорез резьбы

Длина участка детали, состоящая из недовода и сбега при нарезании резьбы в упор называется недорезом (рис. 14).

Численные значения сбега и недовода резьбы стандартизованы ГОСТ 27148-86. Рекомендуется принимать длину участка недореза равной примерно трем шагам, но не более 0,5 *d*, где *d* – размер номинального диаметра резьбы.

5 . 2 . Фаска

До нарезания резьбы на конце стержня и в начале отверстия выполняются фаски. Эти фаски представляют собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью резьбы угол 45 . Фаски упрощают процесс нареза-ния резьбы и облегчают соединение между собой резьбовых деталей.

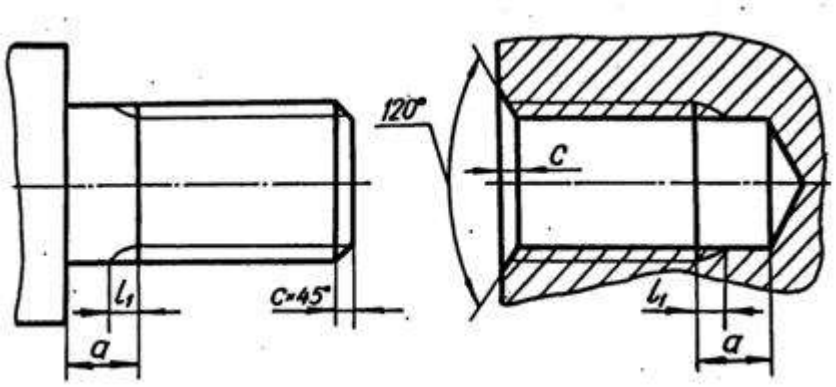


Рис. 14

5 . 5 . Проточка

С целью облегчения процесса нарезания резьбы обычно выполняются наружные или внутренние проточки для выхода резьбонарезающего инструмента. Если на участке сбега резьбы заранее вытачивается канавка, то при нарезании резьбы режущая часть инструмента выйдет в нее, и резьба на всем протяжении имеет полный профиль. Проточки могут иметь прямоугольный или полукруг-лый профиль.

Диаметр наружной проточки выполняется несколько меньшим внутреннего диаметра резьбы, диаметр же внутренней проточки выполняется несколь-ко большим наружного диаметра резьбы (рис. 15).

Форма и размеры наружных и внутренних проточек зависят от типа резь-бы и ее шага и устанавливаются ГОСТ 27148-86.

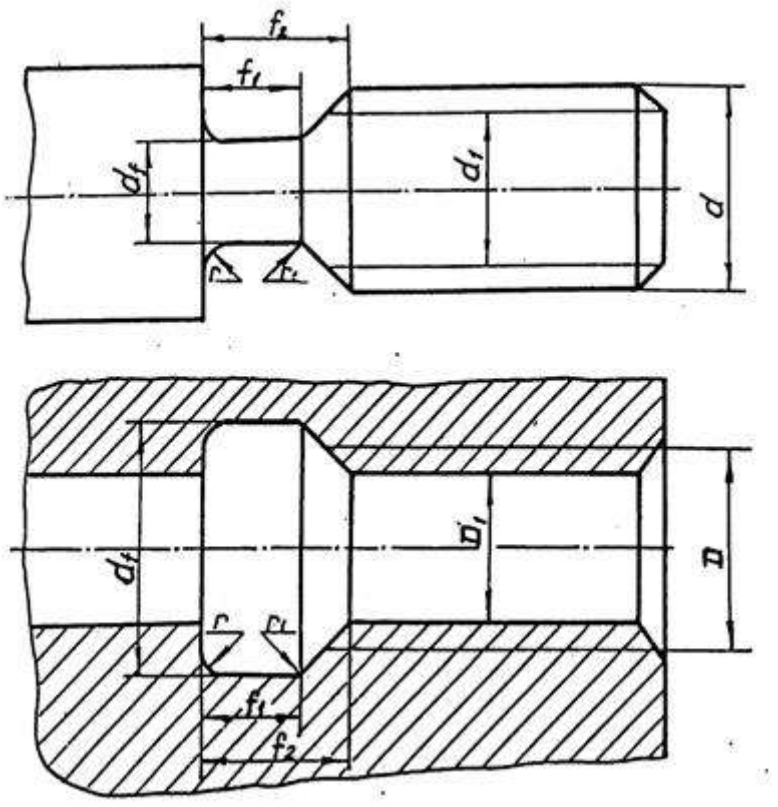


Рис. 15

6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ»

6 . 1 . Цель задания

Целью задания является изучение резьб, применяемых в машинострое-нии, условное изображение и обозначение резьбы и ее технологических эле-ментов. При изучении резьбы и выполнении задания студент должен приобре-сти навыки общения с государственными стандартами по данной теме.

6 . 2 . Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате Ф3 в масштабе 1:1. Вычертить вал в соответствии со своим вариантом, обозначив размеры технологических элементов резьб.

Выполнить сечение по шпоночному пазу.

Варианты заданий

Таблица 2

Номер варианта	Тип вала	Диаметр вала D_B	Левый конец вала			Правый конец вала		
			Тип резьбы	d	P	Тип резьбы	d	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I	80	*M*	64	4,0	*S*	28	5,0
2	II	60	*Tr*	42	3,0	*M*	27	2,0
3	III	70	*M*	64	6,0	*Tr*	42	3,0
4	IV	26	*M*	24	3,0	*Tr*	40	3,0
5	I	60	*M*	42	4,0	*Tr*	48	3,0
6	II	63	*M*	30	3,5	*Tr*	44	3,0
7	III	71	*Tr*	50	3,0	*M*	27	3,0
8	IV	27	*M*	27	3,0	*Tr*	42	3,0
9	I	63	*M*	42	3,0	*S*	20	2,0
10	II	70	*Tr*	48	3,0	*M*	36	4,0
11	III	73	*M*	64	4,0	*Tr*	48	3,0

Продолжение табл. 2

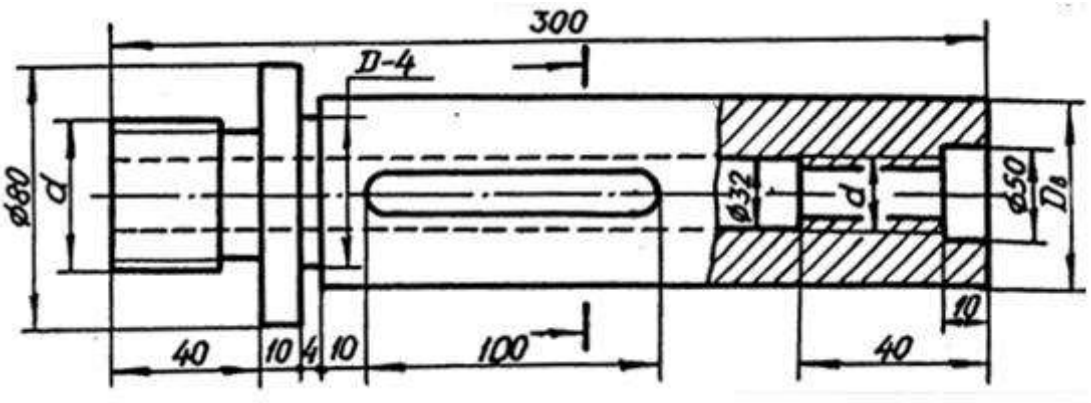
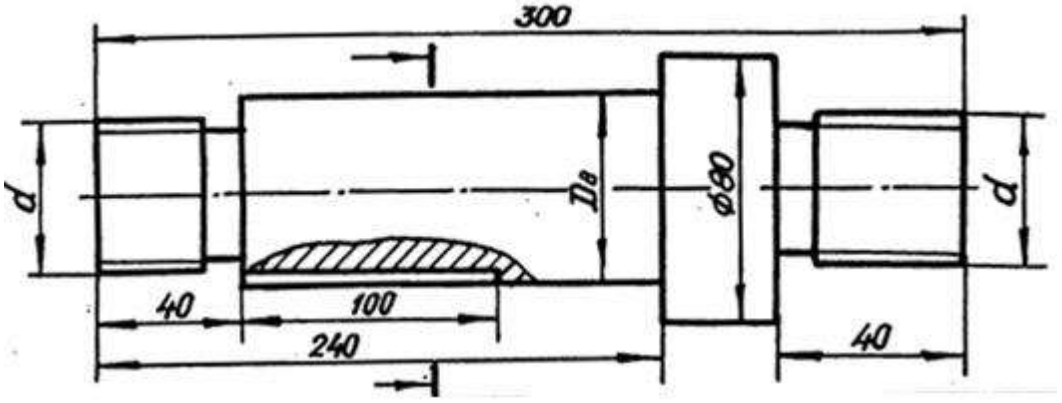
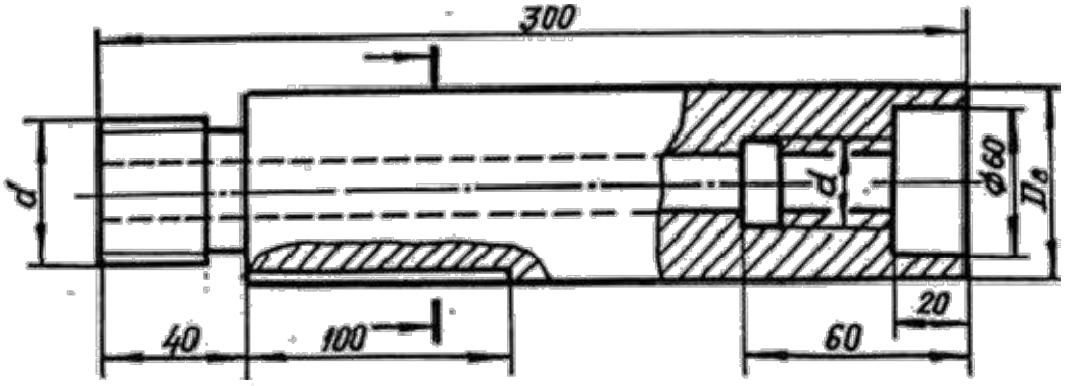
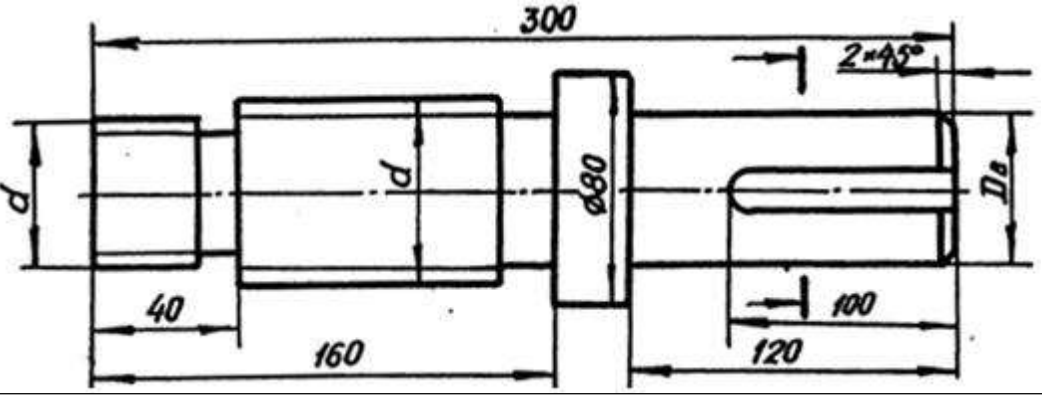
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	IV	30	*M*	30	3,5	*Tr*	42	3,0
13	I	70	*M*	64	3,0	*Tr*	24	2,0
14	II	60	*M*	48	2,0	*Tr*	40	3,0
15	III	75	*M*	60	4,0	*Tr*	42	3,0
16	IV	40	*M*	42	3,0	*Tr*	65	4,0
17	I	71	*M*	64	3,0	*Tr*	46	3,0
18	II	65	*Tr*	28	2,0	M	30	3,5
19	III	78	*M*	45	4,5	*Tr*	30	3,0
20	IV	28	*M*	24	2,0	*Tr*	44	3,0
21	I	73	*M*	52	5,0	*Tr*	28	2,0
22	II	67	*M*	42	3,0	*Tr*	30	3,0
23	III	80	*Tr*	50	3,0	*M*	24	3,0
24	IV	32	*M*	27	2,0	*Tr*	46	3,0
25	I	75	*M*	48	3,0	*S*	22	2,0
26	II	71	*Tr*	65	4,0	*M*	48	3,0
27	III	82	*M*	56	5,5	*Tr*	40	3,0
28	IV	32	*M*	30	3,0	*Tr*	48	3,0
29	I	80	*M*	42	4,0	*Tr*	24	2,0
30	II	73	*M*	64	3,0	*Tr*	50	3,0
31	III	85	*Tr*	46	3,0	*M*	22	2,5
32	IV	28	*M*	24	1,5	*Tr*	40	3,0
33	I	85	*M*	48	4,0	*S*	32	6,0
34	II	80	*Tr*	42	3,0	*M*	33	2,0
35	III	70	*M*	39	1,5	*Tr*	24	2,0
36	IV	40	*M*	39	1,5	*Tr*	50	3,0
37	I	82	*M*	56	5,5	*Tr*	24	2,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	II	72	*M*	48	4,0	*Tr*	50	3,0
39	III	71	*Tr*	50	3,0	*M*	30	3,5
40	IV	36	*M*	42	2,0	*Tr*	52	3,0
41	I	63	*M*	48	2,0	*S*	26	5,0
42	II	71	*Tr*	65	4,0	*M*	36	3,0
43	III	73	*M*	48	3,0	*Tr*	28	2,0
44	IV	40	*M*	42	4,5	*Tr*	60	3,0
45	I	80	*M*	64	6,0	*Tr*	28	2,0
46	II	75	*M*	30	3,0	*Tr*	24	2,0
47	III	75	*Tr*	65	4,0	*M*	36	3,0
48	IV	28	*M*	24	3,0	*Tr*	40	3,0
49	I	65	*M*	42	3,0	*S*	26	2,0
50	II	80	*Tr*	55	3,0	*M*	39	4,0
51	III	78	*M*	64	4,0	*Tr*	44	3,0
52	IV	32	*M*	27	2,0	*Tr*	42	3,0
53	I	67	*M*	48	5,0	*S*	26	2,0
54	II	82	*M*	48	2,0	*Tr*	65	4,0
55	III	80	*Tr*	52	3,0	*M*	36	4,0
56	IV	40	*M*	42	4,0	*Tr*	65	4,0
57	I	78	*M*	48	4,0	*S*	32	6,0
58	II	85	*Tr*	42	3,0	*M*	42	4,0
59	III	82	*M*	48	3,0	*S*	32	3,0
60	IV	36	*M*	30	1,5	*Tr*	44	3,0

Типы валов

Таблица 3

Тип вала	Исходный чертеж	
	Левый конец вала	Правый конец вала
I		
II		
III		
IV		

7. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

7 . 1 . Конец вала с метрической резьбой на стержне

По заданию на конце вала необходимо изобразить метрическую резьбу с ее технологическими элементами и нанести размерную сетку (рис. 16). Приступая к вычерчиванию, рекомендуется необходимые размеры сводить в табл. 4, например, требуется изобразить метрическую резьбу с номинальным диаметром 36 мм и шагом 3 мм.

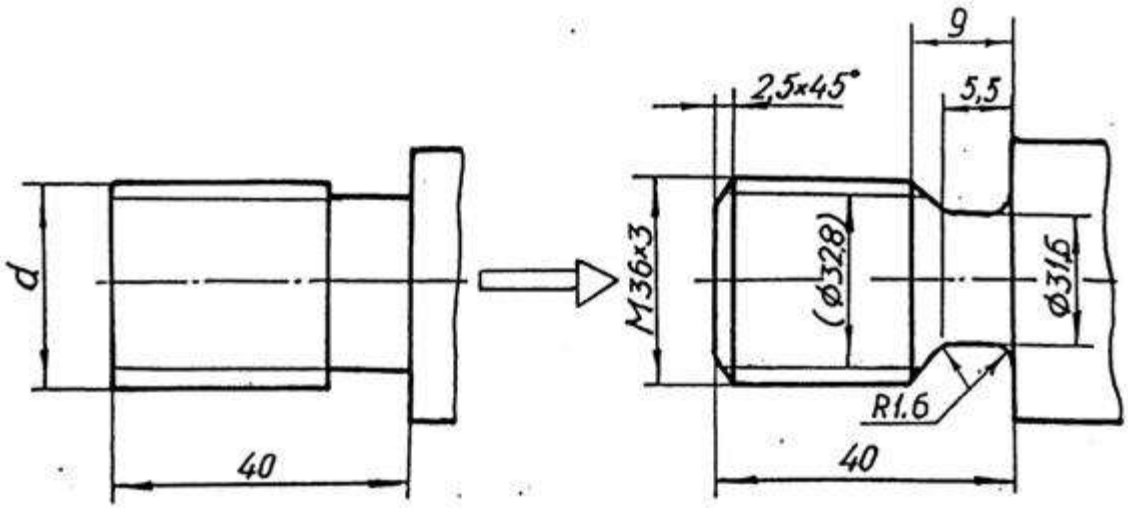


Рис. 16

Таблица 4

Размеры	Обозначение	Величина	Номер табл.	Стр.
Тип резьбы	*M*		2	20…22
Номинальный диаметр резьбы	*d*	36		
Шаг резьбы	*P*	3	2	
Вид шага		мелкий	5	
Внутренний диаметр резьбы	D_1	32,8	5	
Диаметр проточки	*d*	*d*-4.4	6	
Ширина проточки (нормальной)	f_1 min	5,2	6	
	f_2 max	9,0	6	
Радиусы скругления проточки	r	*P*: 2~1,6	6	
Высота фаски	c	2,5	6	

Таблица 5

Шаг метрической резьбы P	Диаметр резьбы		Шаг метрической резьбы P	Диаметр резьбы	
	наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$		наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$
с крупным шагом			с мелким шагом		
1	6	4,9	1,5	24	22,4
1,25	8	6,6		30	28,4
1,5	10	8,4		39	37,4
1,75	12	10,1	2	20	17,8
2	14	11,8		24	21,8
2	16	13,8		27	24,8
2,5	18	15,3		30	27,8
2,5	20	17,3		33	30,8
2,5	22	19,3		36	33,8
3	24	20,8		42	39,8
3	27	23,8		48	45,8
3,5	30	26,2		72	69,8
2,5	33	29,2	3	30	26,8
4	36	31,7		36	33,8
4	39	34,7		42	38,8
4,5	42	37,1		48	44,8
4,5	45	40,1		64	60,8
5	48	42,3	4		
5	52	46,6		42	37,7
5,5	56	50,0		48	43,7
5,5	60	54,0		64	59,7
6	64	57,5			
6	68	61,5			

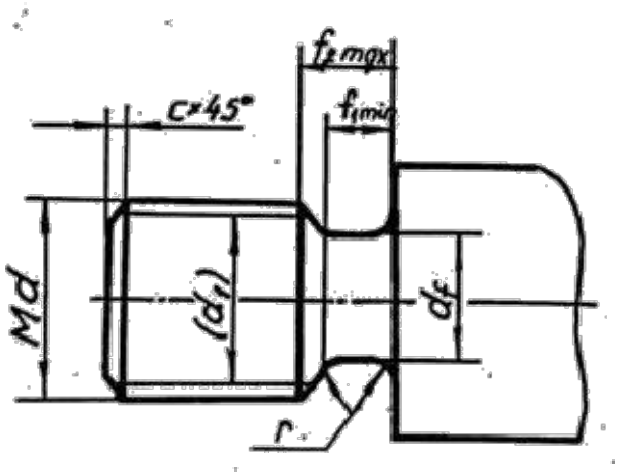


Таблица 6

Шаг резьбы	Номинальный диаметр резьбы с крупным шагом	d_f	Проточка нормальная		Проточка узкая		r 0,5P	c
			f_1min	f_2max	f_1min	f_2max		
1	6; 7	d-1,6	1,6	3,0	1,1	2,5	0,6	1,0
1,5	10	d-2,3	2,5	4,5	1,8	3,8	0,8	1,6
2	14; 16	d-3,0	3,4	6,0	2,5	5,0	1,0	2,0
2,5	18; 20; 22	d-3,6	4,4	7,5	3,2	6,3	0,2	2,5
3	24; 27	d-4,4	5,2	9,0	3,7	7,5	1,6	2,5
3,5	30; 33	d-5,0	6,2	10,5	4,7	9,0	1,6	2,5
4	36; 39	d-5,7	7,0	12,0	5,0	10,0	2,0	3,0
4,5	42; 45	d-6,4	8,0	13,5	5,5	11,0	2,0	3,0
5	48; 52	d-7,0	9,0	15,0	6,5	12,5	2,5	4,0
5,5	56; 60	d-7,7	11,0	17,5	7,5	14,0	3,2	4,0
6	64; 68	d-8,3	11,0	18,0	8,0	15,0	3,2	4,0

7 . 2 . Конец вала с метрической резьбой в отверстии

При вычерчивании в отверстии метрической резьбы внутренний диаметр определяется по табл. 5, а размеры проточки – по табл. 7.

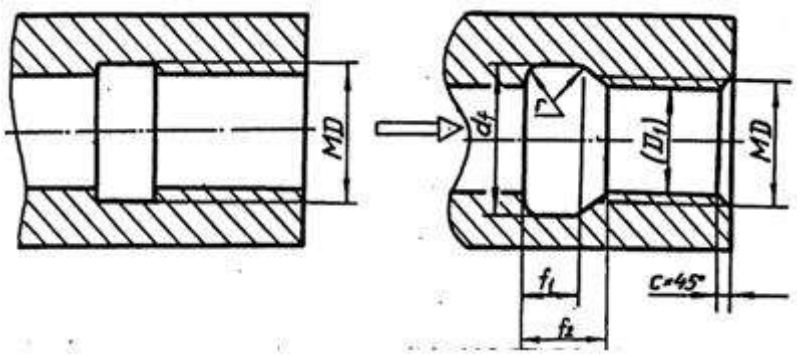
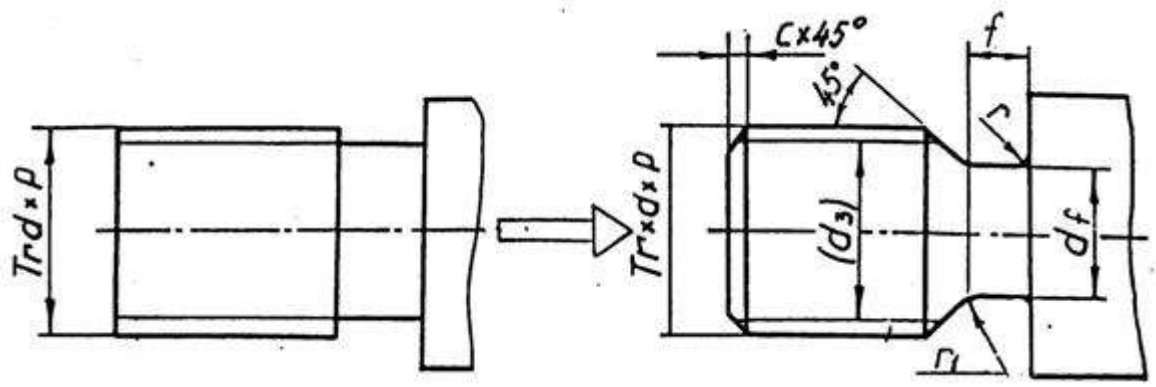


Таблица 7

Шаг резьбы	d_f	Проточка нормальная		Проточка узкая		r 0,5P	c
		$f_1$min	$f_2$max	$f_1$min	$f_2$max		
1	d+0,5	4	5,2	2,5	3,7	0,6	1,0
1,5	d+0,5	6	7,8	3,8	5,6	0,8	1,6
2	d+0,5	8	10,3	5,0	7,3	1,0	2,0
2,5	d+0,5	10	13,0	6,3	9,3	0,2	2,5
3	d+0,5	12	15,2	7,5	10,7	1,6	2,5
3,5	d+0,5	14	17,0	9,0	12,7	1,6	2,5
4	d+0,5	16	20,0	10,0	14,0	2,0	3,0
4,5	d+0,5	18	23,0	11,0	16,0	2,0	3,0
5	d+0,5	20	26,0	12,5	18,5	2,5	4,0
5,5	d+0,5	22	28,0	14,0	20,0	3,2	4,0
6	d+0,5	24	30,0	15,0	21,0	3,2	4,0

7 . 3 . Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне

При вычерчивании резьбы на стержне внутренний диаметр определяют по табл. 8, а размеры проточки – по табл. 9.



Шаг резьбы	Диаметр			
	Наружная резьба		Внутренняя резьба	
P	d, D	d_3	D_1, d_1	D_4
2	24	21,5	22,0	24,5
	28	25,6	26,0	28,5
3	30	26,5	27,0	30,5
	40	36,5	37,0	40,5
	42	38,5	39,0	42,5
	44	40,5	41,0	44,5
	46	42,5	43,0	46,5
	48	44,5	45,0	48,5
	50	46,5	47,0	50,5
	52	48,5	49,0	52,5
	55	51,5	52,0	55,5
	60	56,5	57,0	60,5
4	65	60,5	61,0	65,5

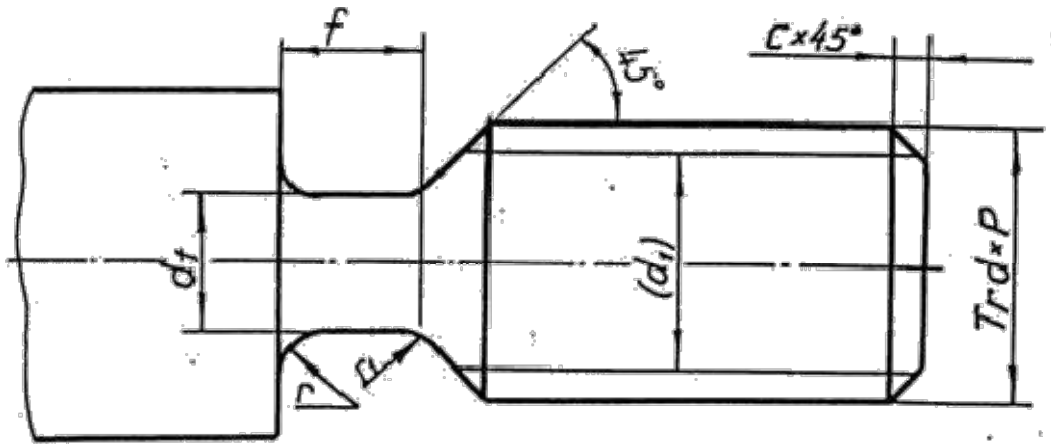


Таблица 9

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	*d*-3,0	3	1,0	0,5	1,6
3	*d*-4,2	5	1,6	0,5	2,0
4	*d*-5,2	6	1,6	1,0	2,5
5	*d*-7,0	8	2,0	1,0	3,0
6	*d*-8,0	10	3,0	1,0	3,5
8	*d*-10,2	12	3,0	1,0	4,5
10	*d*-12,5	16	3,0	1,0	5,5

7 . 4 . Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии

При вычерчивании трапецеидальной резьбы в отверстии следует учитывать зазор между стержнем и «гайкой», изображение выполняют по размерам диаметров, указанных в табл. 8, но на чертеже обозначают резьбу по номинальному размеру. Проточку вычерчивают по размерам, приведенным в табл. 10.

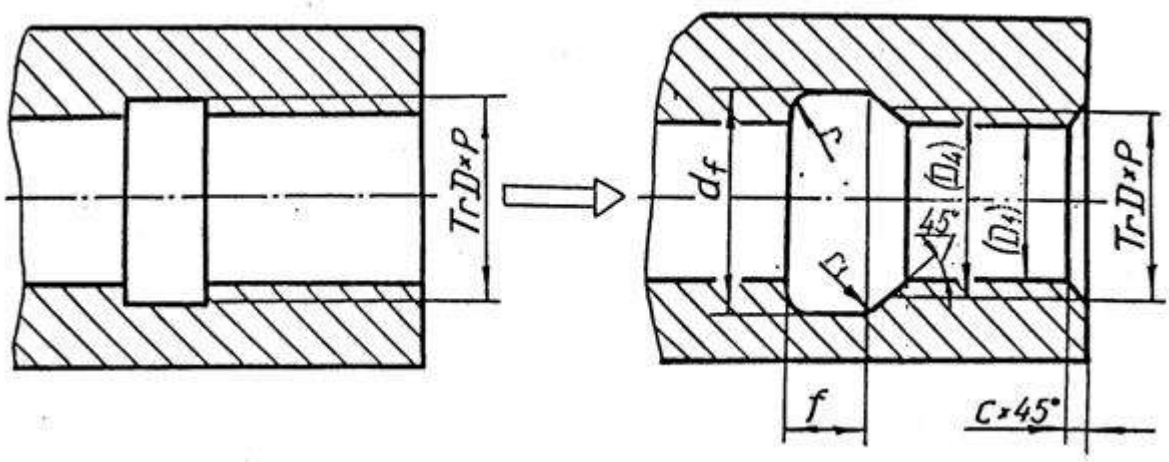


Таблица 10

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	d+1,0	3	1,0	0,5	1,6
3	d+1,0	5	1,6	0,5	2,0
4	d+1,1	6	1,6	1,0	2,5
5	d+1,6	8	2,0	1,0	3,0
6	d+1,6	10	3,0	1,0	3,5
8	d+1,8	12	3,0	1,0	4,5
10	d+1,8	16	3,0	1,0	5,5

7 . 5 . Конец вала с упорной резьбой в отверстии

Размеры, необходимые для вычерчивания упорной резьбы, представлены в табл. 11.

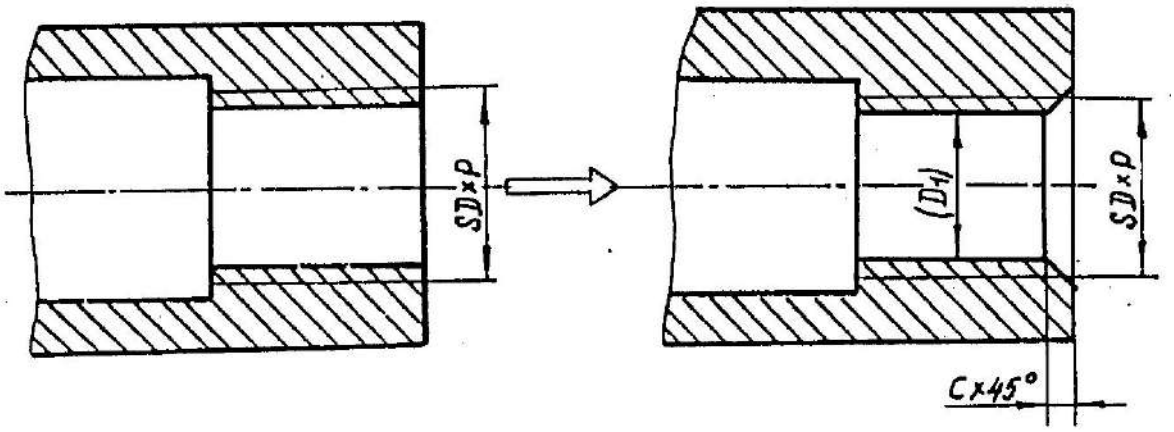


Таблица 11

Шаг резьбы *P*	Диаметр		Фаска *c*
	Наружный *d*, *D*	Внутренний D_1	
2	20	17,0	1,6
2	22	19,0	1,6
2	26	23,0	1,6
3	32	27,5	2,0
5	26	18,5	3,0
5	28	20,5	3,0
6	32	23,0	3,5

7 . 6 . Изображение шпоночного паза Г ОС Т 233 60 – 78

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения их относительного перемещения и для передачи крутящего момента.

Форму шпоночного паза на валу обычно показывают сечением. Размеры шпоночного паза, зависящие от диаметра цапфы вала, представлены в табл. 12.

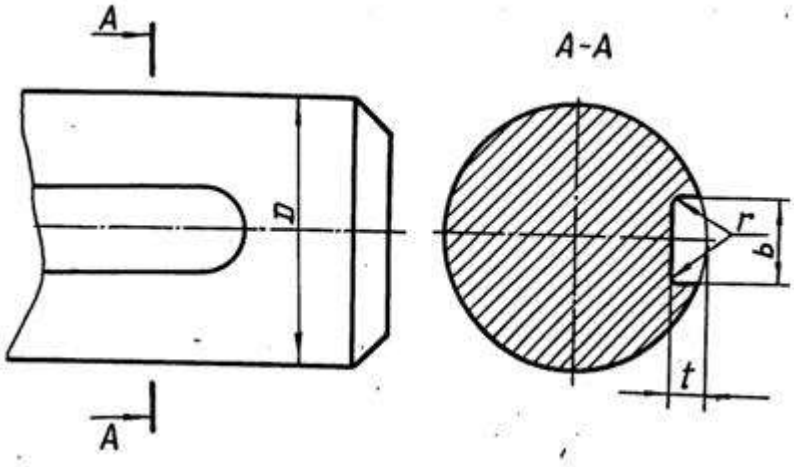
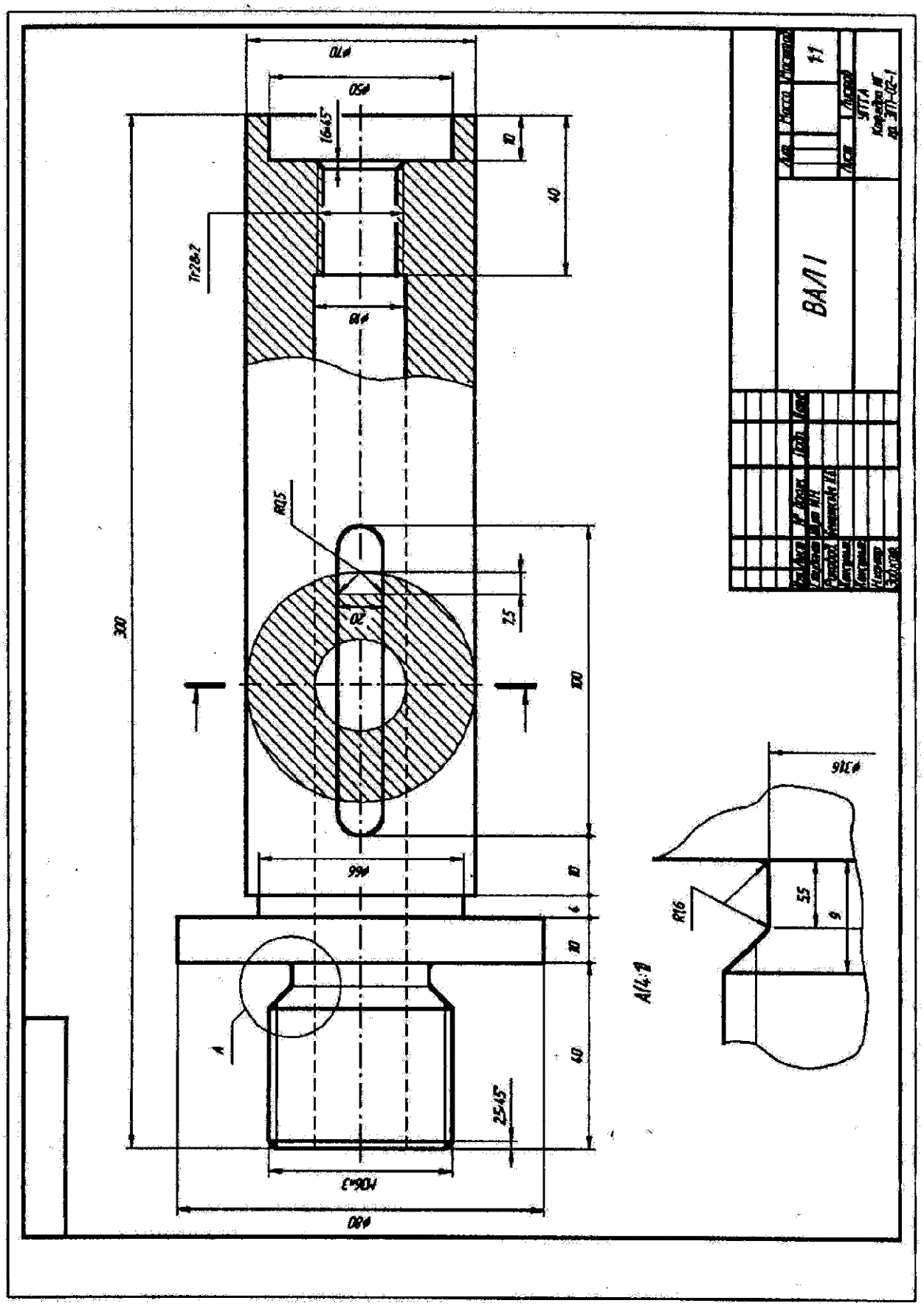
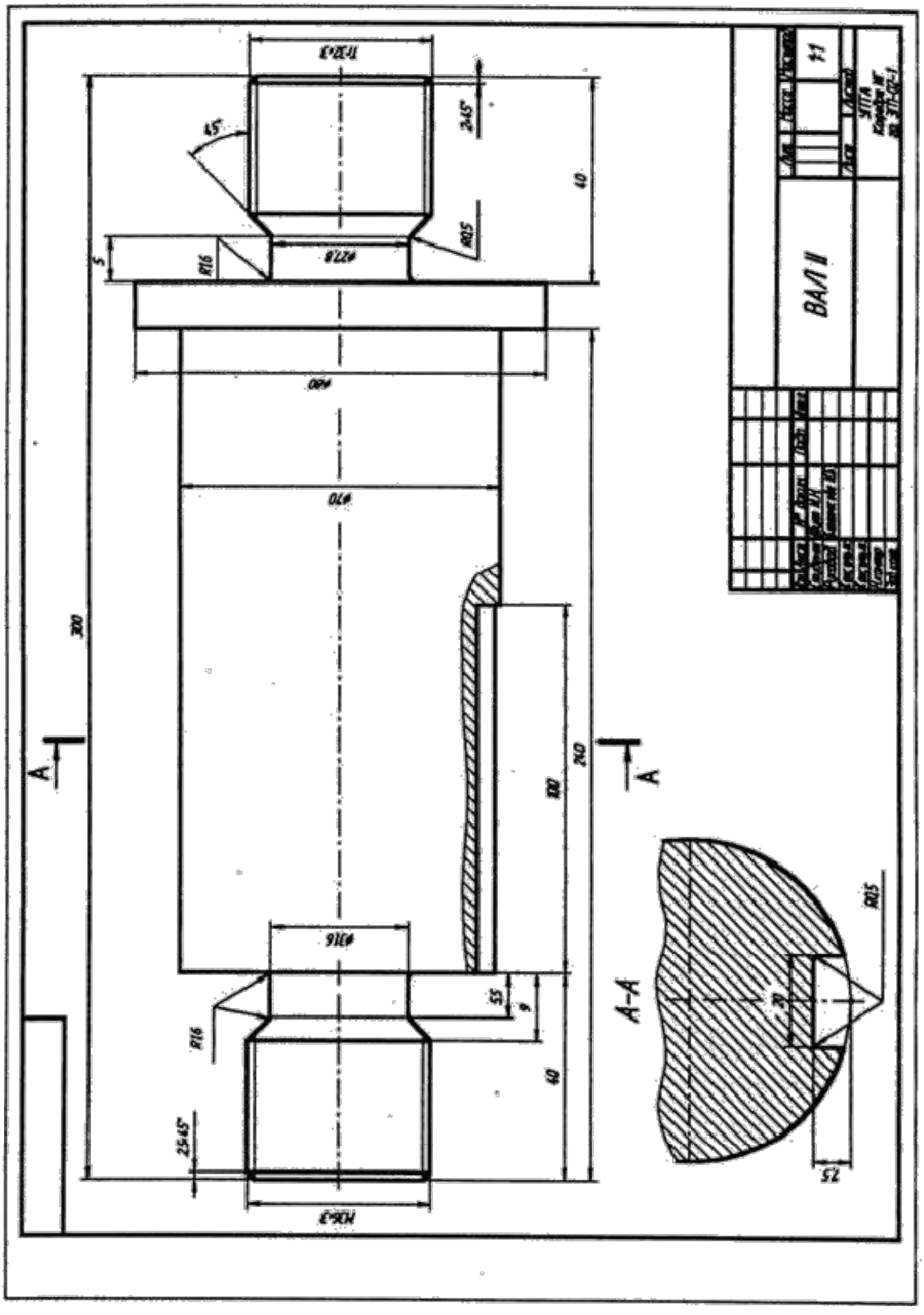
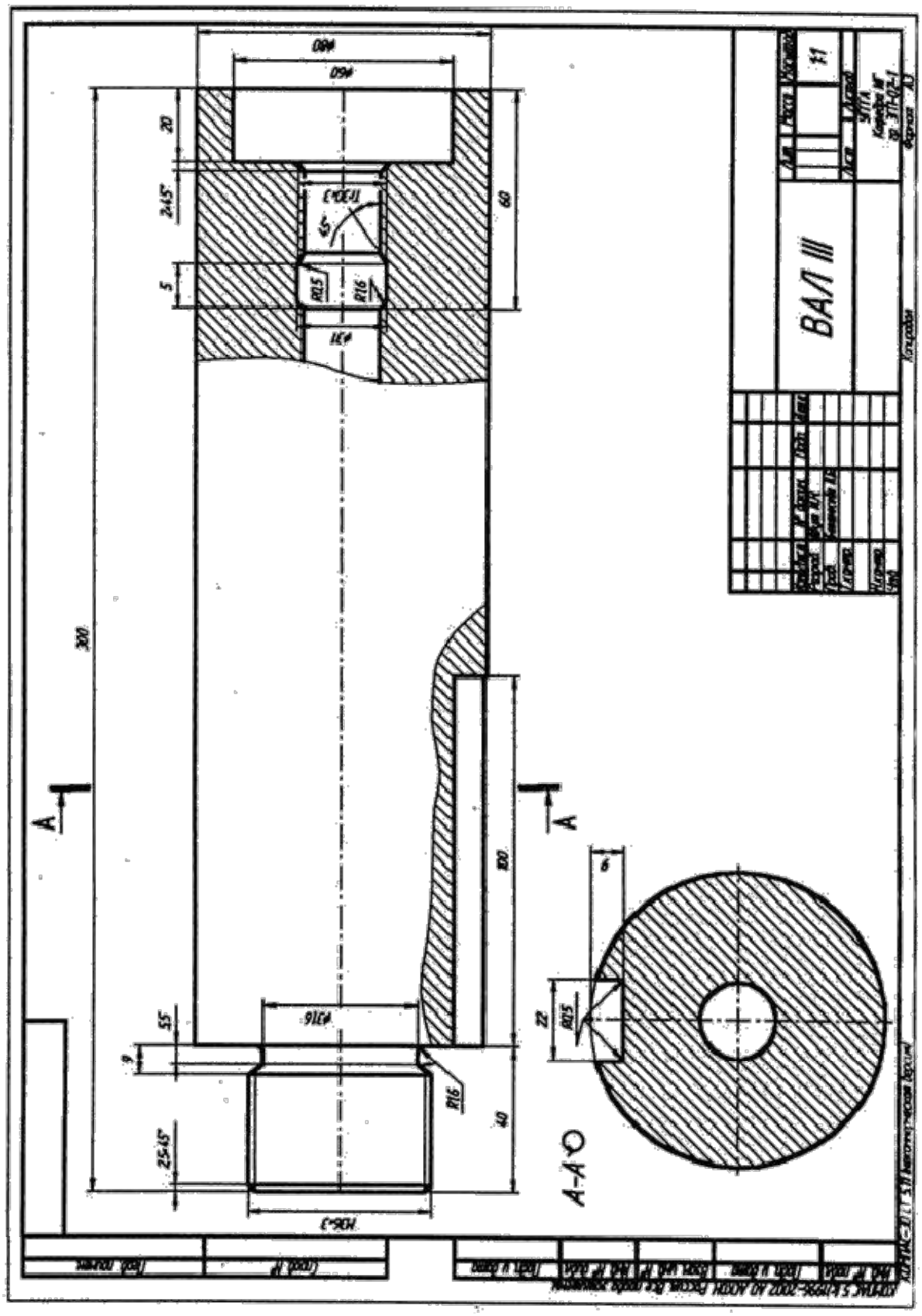


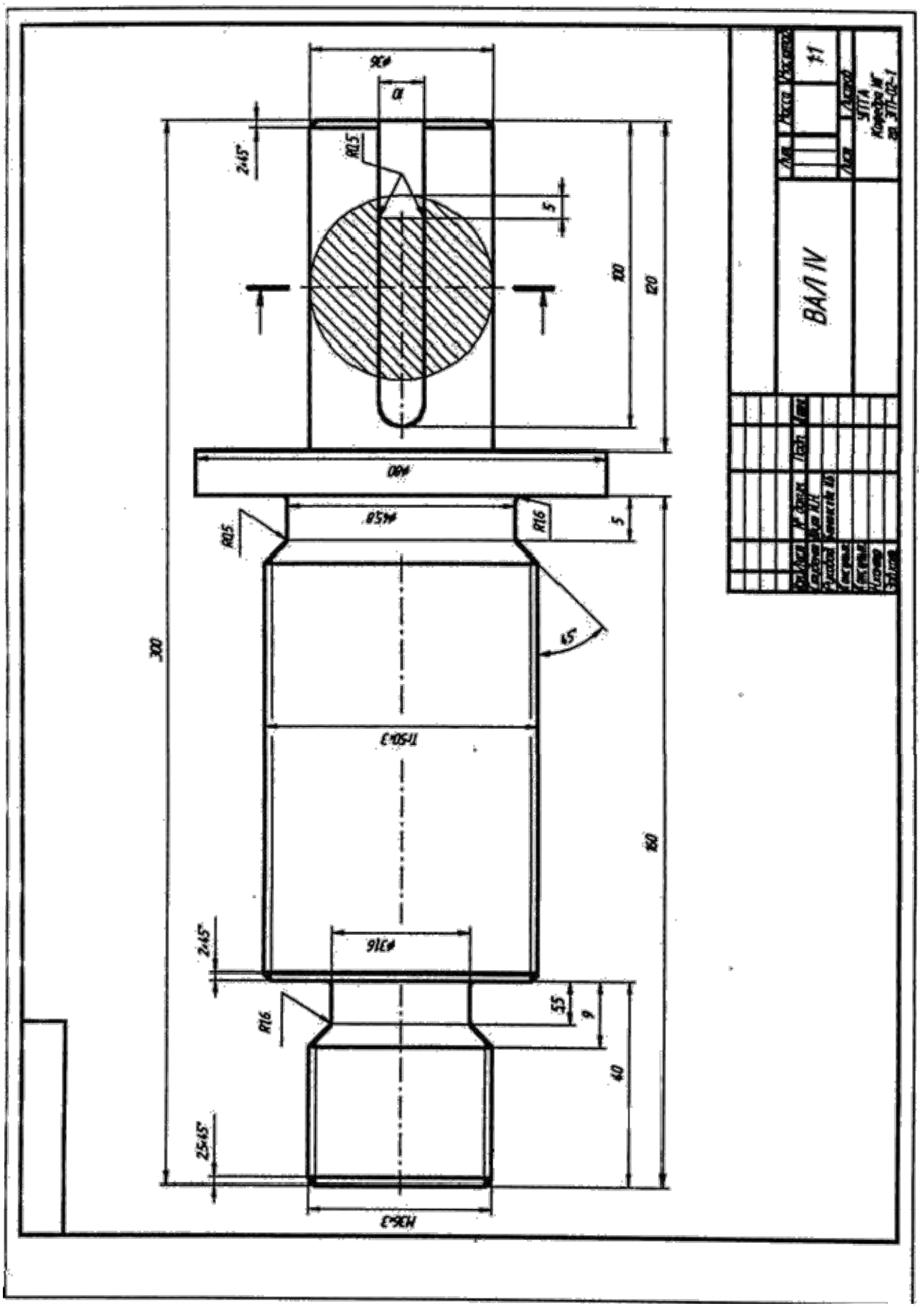
Таблица 12

Диаметр вала О	Шпоночный паз		
	Ширина *b*	Глубина *t*	Радиус закругления *r*
Свыше 22 до 30	8	4,0	От 0,16 до 0,25
30 38	10	5,0	0,25 0,40
38 44	12	5,0	0,16 0,40
44 50	14	5,5	0,25 0,40
50 58	16	6,0	0,25 0,40
58 65	18	7,0	0,25 0,40
65 75	20	7,5	0,40 0,60
75 85	22	9,0	0,40 0,60


ВАЛ I
1:1
А(4:1)
300
40
25
55
9
R16
R25
Ø16
Ø20
Ø25
Ø30
Ø36
Ø90
Ø99
Ø106
M20x2
16±45'
25±45'


ВАЛ II
1:1
А-А
А
А
45°
2×45°
R15
R16
40
5
200
240
100
60
55
25
52
30


ВАЛ III
А-А


ВАЛ IV
1:1
300
120
100
80
65
5
2×45°
R16
R15
⌀90
⌀80
⌀58
⌀45
⌀36
⌀31
55
9
40

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анурьев В. И*. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1990.
2. *Баева Г. Г*. Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
3. ГОСТ 27148-86 (СТ СЭВ 214-86). Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры.
4. *Попова Г. Н*., *Алексеев С. Ю*. Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1986.
5. *Потишко А. В., Крушевская Д. П*. Справочник по инженерной графике. – Киев: Будівельник, 1983.
6. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 1985.
7. *Розов С. В*. Курс машиностроительного черчения с элементами автоматизированного контроля. - М.: Машиностроение, 1980.
8. *Чекмарев А. А*., *Осипов В. К*. Справочник по машиностроительному чер-чению. М.: Высшая школа, 1994.

Ирина Борисовна Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

«Резьба»

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Подписано в печать . .201 г.
Бумага офсетная. Формат бумаги 60 84 1/16. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе. Печ. л. 2,4 Уч.-изд. 2,05. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета
_____Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

4-е издание, исправленное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 4

1.ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА 5

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ 9

3. ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ» 10

4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ 12

4.1. Соединение труб муфтами 12

4.1.1. Соединение труб прямой муфтой 12

4.1.2. Соединение труб переходной муфтой 17

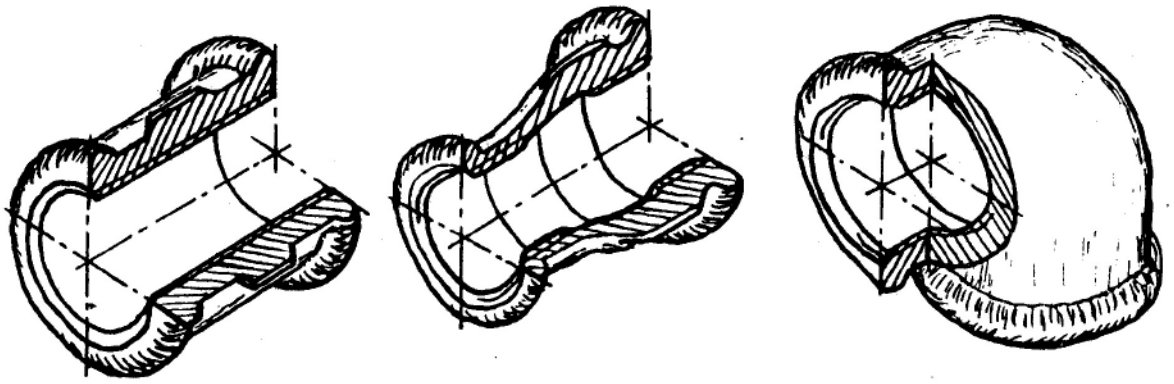
4.2. Соединение труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами 19

4.3. Перекрытие труб колпаком 23

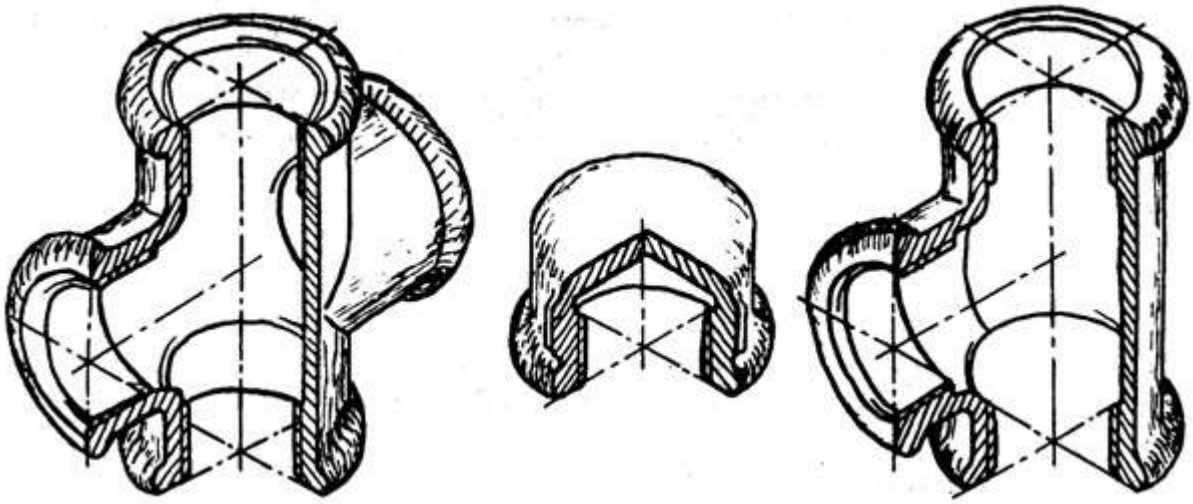
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 26

ВВЕДЕНИЕ

В промышленности трубы, имеющие на концах наружную резьбу, соединяются соединительными частями (фитингами), которые имеют резьбу в отверстиях. Виды резьбовых трубных соединений определяются условиями их работы. В обычных трубопроводах с нормальным давлением (в системах отопления, вентиляции, газификации, водоснабжения) чаще всего имеют место соединения труб деталями с трубной цилиндрической резьбой.



Муфта прямая Муфта переходная Угольник прямой



Крест прямой Колпак Тройник прямой

Рис. 1. Соединительные части (фитинги)

Соединительные части - фитинги (рис. 1) – позволяют соединить сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и т. д. Фитинги изготавливают из ковкого чугуна для условных проходов от 8 до 150 мм. Для придания фитингам из ковкого чугуна необходимой жесткости их снабжают по краям буртиками, а муфты для обеспечения лучшего захвата газовым ключом – несколькими ребрами, расположенными на боковой поверхности по направлению образующих.

1. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Профиль трубной цилиндрической резьбы – равнобедренный треугольник с углом α=55°, вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутренней резьбы отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм = 1″=25,4 мм).

Шаг трубной резьбы задают косвенным способом: указывают число ниток резьбы, укладывающихся на 1″. Это число ниток стандартизовано в пределах от 28 до 11.

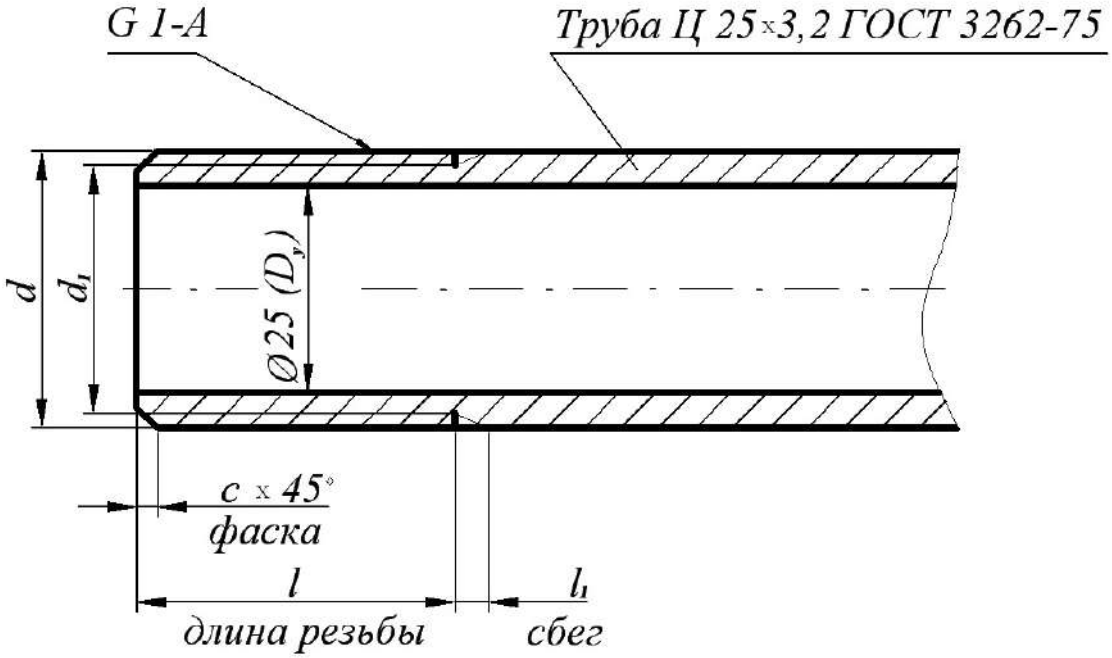


Рис. 2. Изображение трубы

Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер задается не наружным диаметром трубы, на которой нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы. Объяснение этой условности состоит в том, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

Например, трубная резьба в 1″ нарезается на трубе, которая имеет внутренний диаметр, равный 25 мм; размер же наружного диаметра всегда больше диаметра в свету на две толщины стенки трубы (рис. 2). По этой причине обозначение резьбы располагают на полке-выноске, которая заканчивается стрелкой, опирающейся на контур трубной резьбы.

Условное обозначение резьбы состоит из буквы *G*, обозначения размера резьбы и класса точности среднего диаметра. Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами *LH*, например,

G 1½ - *B* – трубная цилиндрическая резьба 1½″ класса точности *B*,

G 1½ - *LH* - *B* – то же для левой резьбы.

Длину свинчивания указывают в миллиметрах после обозначения класса точности: *G* 1½ - В –40.

В обозначении трубы указывают условный проход, толщину стенки, другие данные (точность изготовления, покрытие, длину, наличие резьбы и муфты) и номер стандарта, например:

Труба 20×2,8–2000 ГОСТ 3262-75 – труба обыкновенная неоцинкованная без муфты, без резьбы с D_y =20 мм.

Для вычерчивания трубы и соединительных частей используют размеры, предусмотренные ГОСТ 3262-75 и ГОСТ 6357-81 (табл. 1), а также ГОСТ 10549-63 (табл. 2).

Для труб бесшовных горяче- и холоднодеформированных, для толстостенных труб (ГОСТ 8734-75, 8732-78, 9940-81) выполняют рабочие чертежи, на которых указывают длину трубы, условный проход, длину резьбы и величину сбега резьбы.

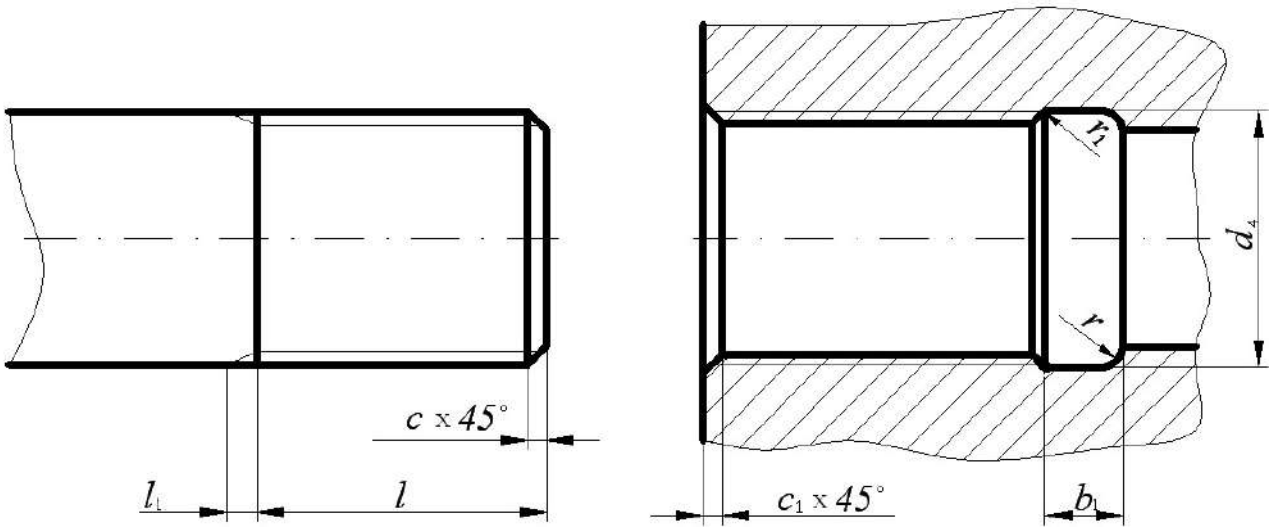
Таблица 1

Резьба трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81

Обозначение размера резьбы		Шаг, мм P	Диаметр резьбы, мм		Толщина стенки труб, мм
D_y, мм	в дюймах		наружный $d=D$	внутренний $d_1=D_1$	
6	1/8	0,907	9,728	8,566	2,0
8	¼	1,337	13,157	11,445	2,2
10	3/8		16,662	14,950	2,2
15	½	1,814	20,955	18,631	2,8
20	¾		26,441	24,117	2,8
25	1	2,304	33,249	30,291	3,2
32	1 ¼		41,910	38,952	3,2
40	1 ½		47,803	44,845	3,5
50	2		59,614	56,656	3,5
65	2 ½		75,184	72,226	4,0
80	3		87,884	84,926	4,0
90	3 ½		100,330	97,372	4,0
100	4		113,030	110,072	4,5

Таблица 2

Размеры сбегов, проточек и фасок для трубной цилиндрической резьбы



D_y, мм	l_1, мм	l, мм		c, мм	b_1, мм	r, мм	r_1, мм	d_4, мм	c_1, мм
		длинной	короткой						
1/8	1,6	-	-	1,0	4	1,0	0,5	10,5	1,0
¼	2,4	-	-	1,6	5	1,6		13,5	
3/8		-	-					17,0	
½	3,2	14	9,0	2,0	8	2,0	1,0	21,5	1,6
¾		16	10,5					27,0	
1	4,1	18	11,0	2,5	10	3,0		34,0	
1 ¼		20	13,0					43,0	
1 ½		22	15,0					48,5	
2		24	17,0					60,5	
2 ½		27	19,5					76,0	
3		30	22,0					89,0	
3 ½		33	26,0					101,0	
4		36	30,0					114,0	

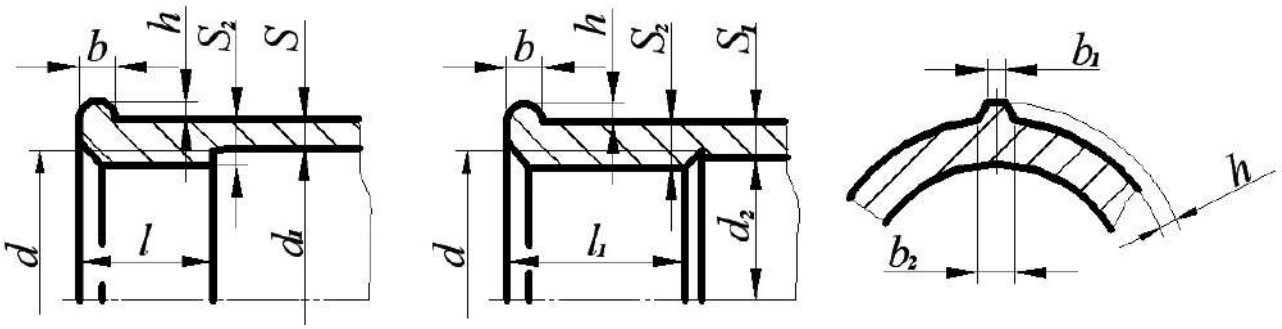
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

На чертежах трубных соединений, выполняемых как конструктивные чертежи, вычерчиваются все элементы соединительных частей и контргаек (если их ставят) – буртики, фаски, ребра, размеры которых для изделий из ковкого чугуна устанавливает ГОСТ 8945-75.

Таблица 3

Конструктивные размеры соединительных частей, мм

Вариант 1 Вариант 2



Резьба				d_1	d_2	S	S_1	S_2	S_3	b	b_1	b_2	h
Обозначение	d	l	l_1										
		не менее											
G¼	13,16	9,0	9,0	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G^3/_8$	16,66	10,0	11,0	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
G½	20,96	12,0	14,0	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	4,0	2,0
G¾	26,44	13,5	16,0	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,0	4,0	2,5
G1	33,25	15,0	19,0	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	4,5	2,5
G1¼	41,91	17,0	21,0	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	2,5	5,0	3,0
G1½	47,81	19,0	21,0	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	5,0	3,0
G2	59,62	21,0	24,0	68,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,0	6,0	3,5
G2½	75,19	23,5	27,0	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	6,5	3,5
G3	87,89	26,0	30,0	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	6,0	6,0	4,0	7,0	4,0
G4	113,0	39,0	39,5	115	112	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	5,0	8,5	4,5

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

3.1. Цель задания

Целью задания является изучение правил выполнения трубных резьбовых соединений, условное изображение и обозначение трубной цилиндрической резьбы, конструктивных элементов соединительных частей. При выполнении задания студент должен приобрести навыки общения с Государственными стандартами по данной теме.

3.2. Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате А4 в масштабе, выбранном в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Вычертить соединение труб в двух видах с необходимыми разрезами и нанести размеры согласно стандартам.

Выполнить изображение конца трубы и указать ее конструктивные размеры.

Составить спецификацию.

Таблица 4

Варианты задания

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
1	Угольник	8
2	Крест	80
3	Муфта	40×20
4	Колпак, исполнение 2	80
5	Муфта	50
6	Крест	50
7	Тройник	40
8	Тройник	50
9	Угольник	40
10	Колпак, исполнение 2	65
11	Угольник	20
12	Тройник	25
13	Крест	32
14	Колпак, исполнение 1	20
15	Муфта прямая короткая	15

Продолжение табл. 4

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
16	Муфта прямая длинная	25
17	Муфта переходная	65×32
18	Тройник	50
19	Крест	65
20	Колпак, исполнение 1	15
21	Муфта прямая короткая	32
22	Муфта прямая длинная	20
23	Угольник	10
24	Муфта переходная	80×40
25	Крест	50
26	Колпак, исполнение 2	10
27	Муфта прямая короткая	80
28	Муфта прямая длинная	15
29	Угольник	15
30	Тройник	80
31	Муфта переходная	40×20
32	Колпак, исполнение 1	8
33	Муфта прямая короткая	25
34	Муфта прямая длинная	10
35	Муфта переходная	50×30
36	Тройник	15
37	Крест	20
38	Угольник	32
39	Угольник	20
40	Угольник	80
41	Угольник	15
42	Колпак, исполнение 1	50
43	Крест	25
44	Муфта переходная	32×20
45	Муфта	15
46	Угольник	32
47	Тройник	65
48	Крест	65
49	Колпак, исполнение 1	32
50	Муфта прямая длинная	32

4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Изображение трубных резьбовых соединений – это выполнение сборочного чертежа первой сложности. Правила выполнения сборочного чертежа регламентирует ГОСТГОСТ 2.109-73, составление спецификации - ГОСТ 2.302-68, а основную надпись - ГОСТ 2.104-68.

4.1. Соединение труб муфтами

При соединении муфтой ось труб располагают параллельно основной надписи чертежа. Конструкцию соединения показывают в разрезе плоскостью, проходящей через оси труб и фитинга, допускается соединять части вида и разреза. В разрезе показывают только ту часть резьбы фитинга, которая не закрыта резьбой трубы. Второе изображение обычно представляет собой сечение плоскостью, перпендикулярной одной из труб.

Необходимо иметь в виду, что для полностью завинченной трубы за торец соединительной части выходит только сбег резьбы.

Для демонтажа трубного соединения, например, при ремонтных работах, на конце одной из труб нарезают более длинную резьбу – сгон.

Длину сгона рассчитывают так, чтобы можно было свинтить контргайку, муфту и иметь еще запас резьбы 5…7 мм.

Размеры всех деталей трубного соединения зависят от диаметра условного прохода свинчиваемых труб.

Если диаметр отверстия трубы неизвестен, то его можно определить из таблицы размеров трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-81, табл. 1), измерив внутренний диаметр резьбы муфты.

4.1.1. Соединение труб прямой муфтой

Например, необходимо по индивидуальному варианту вычертить прямую муфту, имея деталь, но, не зная диаметра условного прохода.

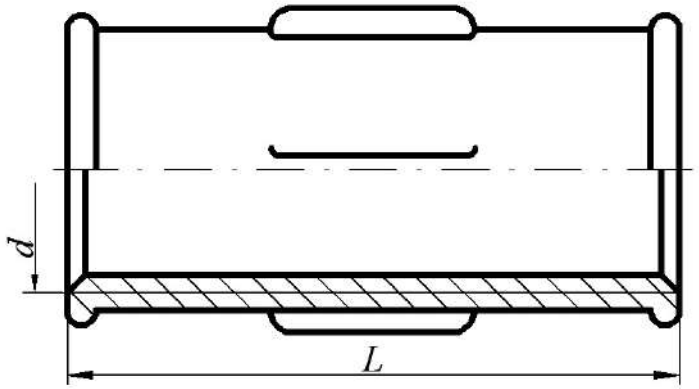
Штангенциркулем измеряется внутренний диаметр резьбы и по табл. 1 определяется диаметр условного прохода соединяемых труб и обозначение резьбы: $D_1 \approx 45$ мм. $D_{1\text{табл}}. = 4{,}845$ мм $\rightarrow D_y = 40$ мм – G 1½.

2. Измеряется длина муфты, L=43 мм.

Для определения названия муфты (короткая или длинная) обращаются к Государственным стандартам (табл. 5).

Таблица 5

Муфты прямые



Резьба	Муфты короткие ГОСТ 8954-75		Муфты длинные ГОСТ 8955-75	
	L, мм	Число ребер	*L*, мм	Число ребер
*G*¼-*B*	22	2	27	2
$G\frac{3}{8}$-*B*	24	2	30	2
*G*½-*B*	28	2	36	2
*G*¾-*B*	31	2	39	2
*G*1-*B*	35	4	45	4
*G*1¼-*B*	39	4	50	4
*G*1½-*B*	43	4	55	4
*G*2-*B*	47	6	65	4
*G*2½-*B*	53	6	74	6
*G*3-*B*	59	6	80	6
*G*4-*B*	84	6	94	6

Примеры условных обозначений:

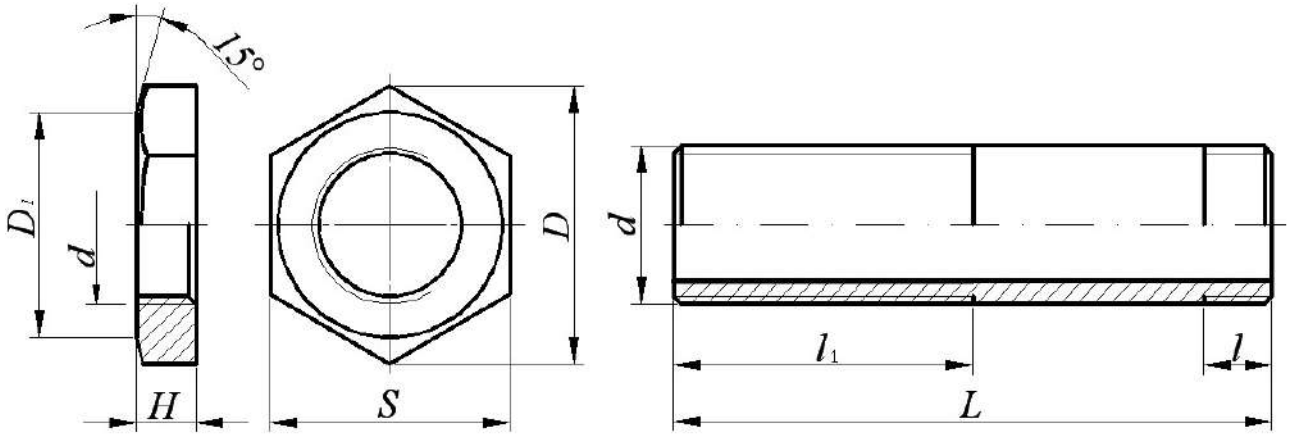
1. Прямая короткая муфта с D_y =40 мм:
   Муфта короткая 40 ГОСТ 8954 - 75.
2. Прямая длинная муфта с D_y =40 мм и цинковым покрытием исполнения 1: Муфта длинная 1-Ц-40 ГОСТ 8955 – 75.

Муфта с резьбой *G* 1½, имеющая длину 43 мм, является короткой, считаем, что она выполнена с цинковым покрытием, следовательно, ее обозначение: Муфта короткая Ц-40 ГОСТ 8954 - 75.

3. Для вычерчивания муфты используют данные из табл. 1, 2, 3.
   1) Наружный диаметр резьбы d=47,803 мм
   2) Фаска с=1,6 мм
   3) Толщина стенки муфты S_2=5,8 мм
   4) Высота буртика b=4,0 мм
   5) Количество ребер жесткости равно 4
   6) Размеры ребер жесткости и буртика: h=3,0 мм; b_1=3,0 мм; b_2=5,0 мм.
4. Для вычерчивания ввинчиваемой трубы используют данные табл. 1 и табл. 2: «Труба Ц-40×3,5 ГОСТ 3262-75» имеет размеры:
   1) Наружный диаметр трубы d=47,803 мм
   2) Внутренний диаметр резьбы d_1=44,845 мм
   3) Длина резьбы l=15 мм
   4) Длина сбега резьбы l_1=4,1 мм
   5) Фаска с=2,5 мм
5. С другой стороны муфты ввинчивается сгон, размеры которого предусмотрены ГОСТ 8969-75, на которой навинчена контргайка (ГОСТ 8961-75, табл. 6).
6. По размерам, указанным в таблицах, для резьбы *G* 1½ вычерчиваются детали в сборе. При выполнении сборочного чертежа соединения фаски, сбеги на деталях не изображаются, каждой детали присваивают номер позиции, который размещают на полке-выноске, заканчивающейся точкой. На сборочном чертеже обязательно указывают установочные размеры: размер резьбы, диаметр условного прохода. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющих характер сопряжения: длину муфты и др.

Таблица 6

Контргайки и сгоны

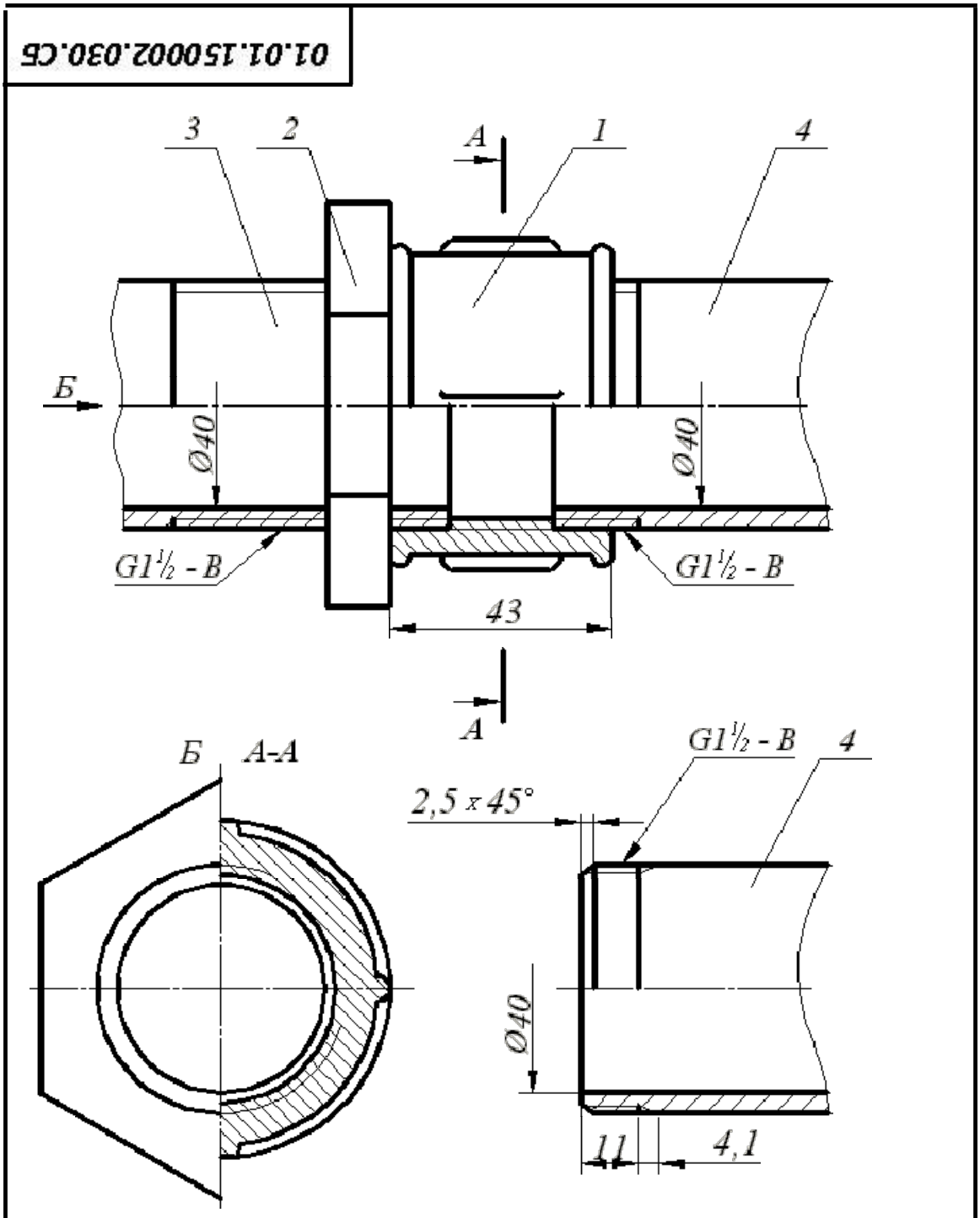


Резьба	Контргайки ГОСТ 8961-75				Сгоны ГОСТ 8969-75		
	H, мм	S, мм	D, мм	D_1, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм
*G*¼-*B*	6	22	25,4	20	7,0	38	80
*G*⅜-*B*	7	27	31,2	25	8,0	42	90
*G*½-*B*	8	32	36,9	30	9,0	40	110
*G*¾-*B*	9	36	41,6	33	10,5	45	110
*G*1-*B*	10	46	53,1	43	11,0	50	130
*G*1¼-*B*	11	55	63,5	52	13,0	53	130
*G*1½-*B*	12	60	69,3	56	15,0	60	150
*G*2-*B*	13	75	86,5	70	17,0	65	150
*G*2½-*B*	16	95	110,0	90	19,5	75	170
*G*3-*B*	19	105	121,0	100	22,0	85	180
*G*4-*B*	21	135	156,0	128	-	-	-

Примеры условных обозначений:

1. Контргайка без покрытия с D_y=40 мм:
   Контргайка 40 ГОСТ 8961-75
2. Сгон с цинковым покрытием с D_y=40 мм
   Сгон Ц-40 ГОСТ 8969-75

Пример выполнения сборочного чертежа соединения труб муфтой показан на рис. 3.



Пример выполнения спецификации
по ГОСТ 2.108-68 на рис. 9

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

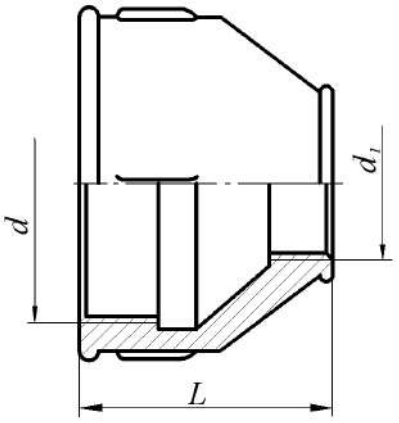
Рис. 3. Соединение труб муфтой

4.1.2. Соединение труб переходной муфтой

Муфты переходные соединяют трубы с различными диаметрами условного прохода (ГОСТ 8957-75, табл. 7).

Таблица 7

Переходные муфты по ГОСТ 8957-75, мм



Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер	Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер
10×8	30	2	40×25	55	4
15×8	36	2	40×32	55	4
15×10	36	2	50×15	65	6
20×8	39	2	50×20	65	6
20×10	39	2	50×25	65	6
20×15	39	2	50×32	65	6
25×10	45	4	50×40	65	6
25×15	45	4	65×32	74	6
25×20	45	4	65×40	74	6
32×10	50	4	65×50	74	6
32×15	50	4	80×40	80	6
32×20	50	4	80×50	80	6
32×25	50	4	80×65	80	6
40×15	55	4	100×50	94	6
40×20	55	4	100×65	94	6

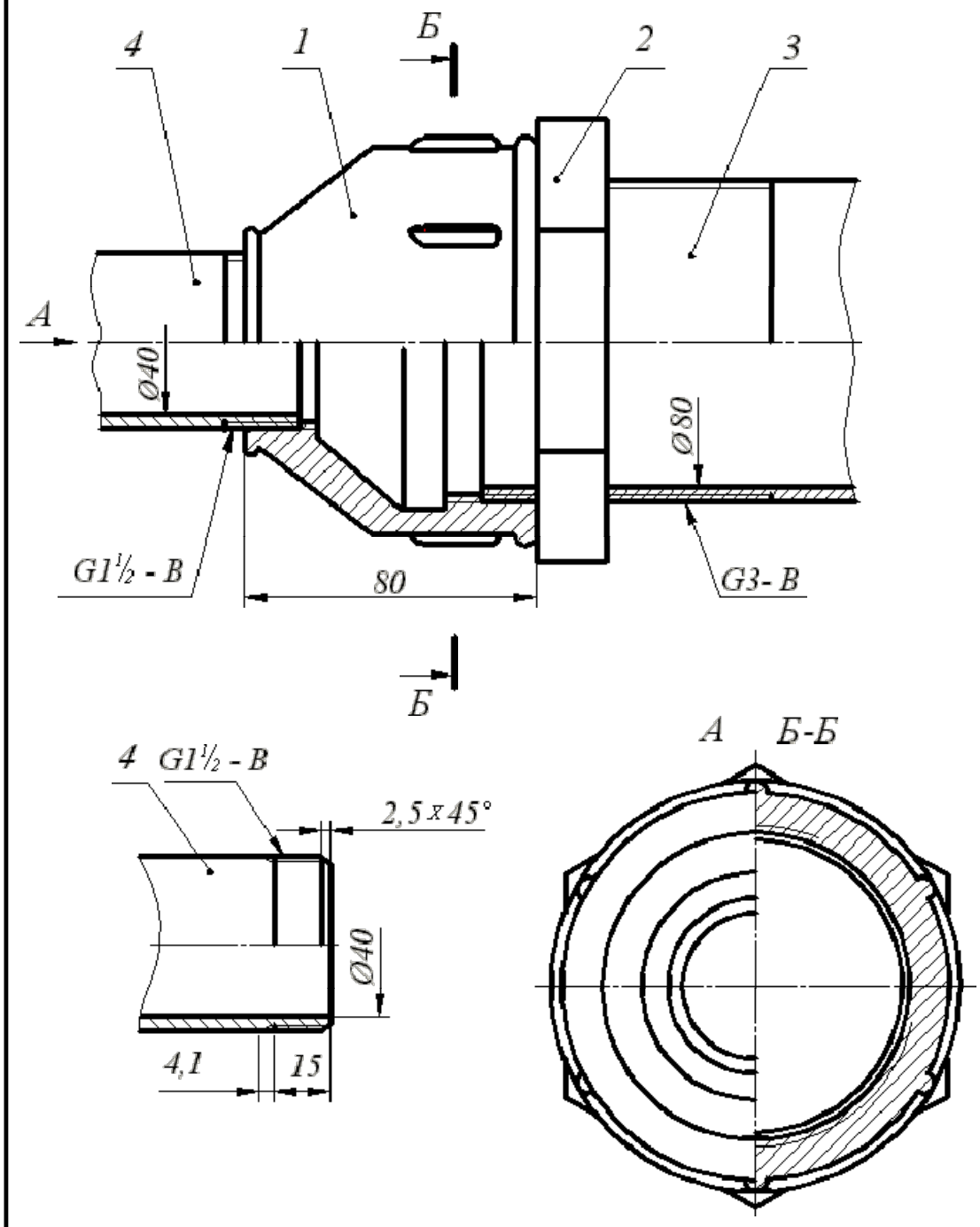
Примеры условных обозначений:

3. Муфта переходная без покрытия с D_y=15 мм на D_y=40 мм:

   Муфта 40×15 ГОСТ 8957-75

4. Муфта переходная с цинковым покрытием:

   Муфта Ц 40×15 ГОСТ 8957-75



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

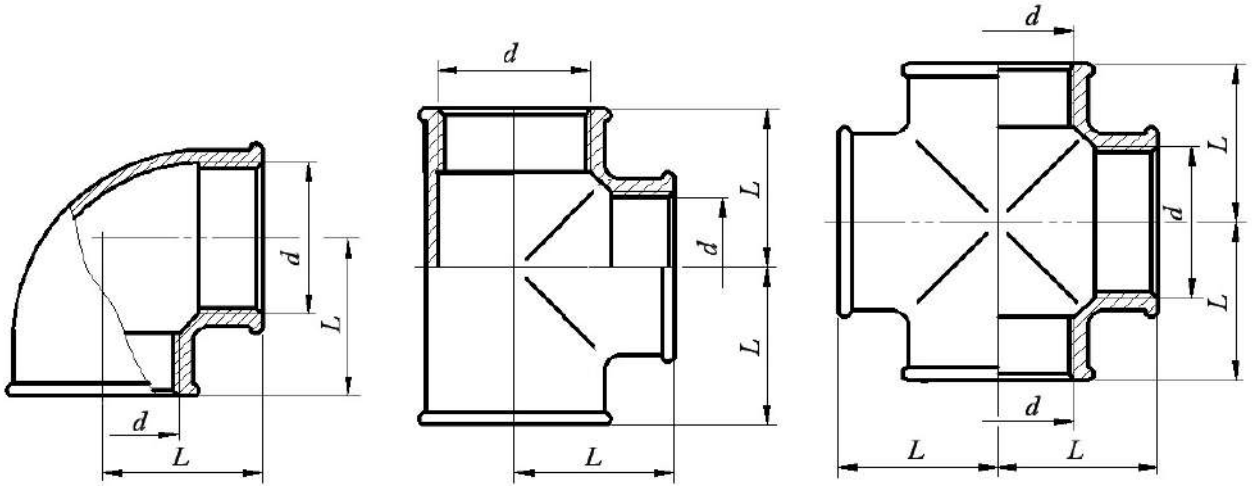
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 4. Соединение труб переходной муфтой

4.2. Соединения труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами

Прямые тройники, кресты и угольники в системах отопления, водо- и газопроводах служат для изменения направления потока жидкости или газа.

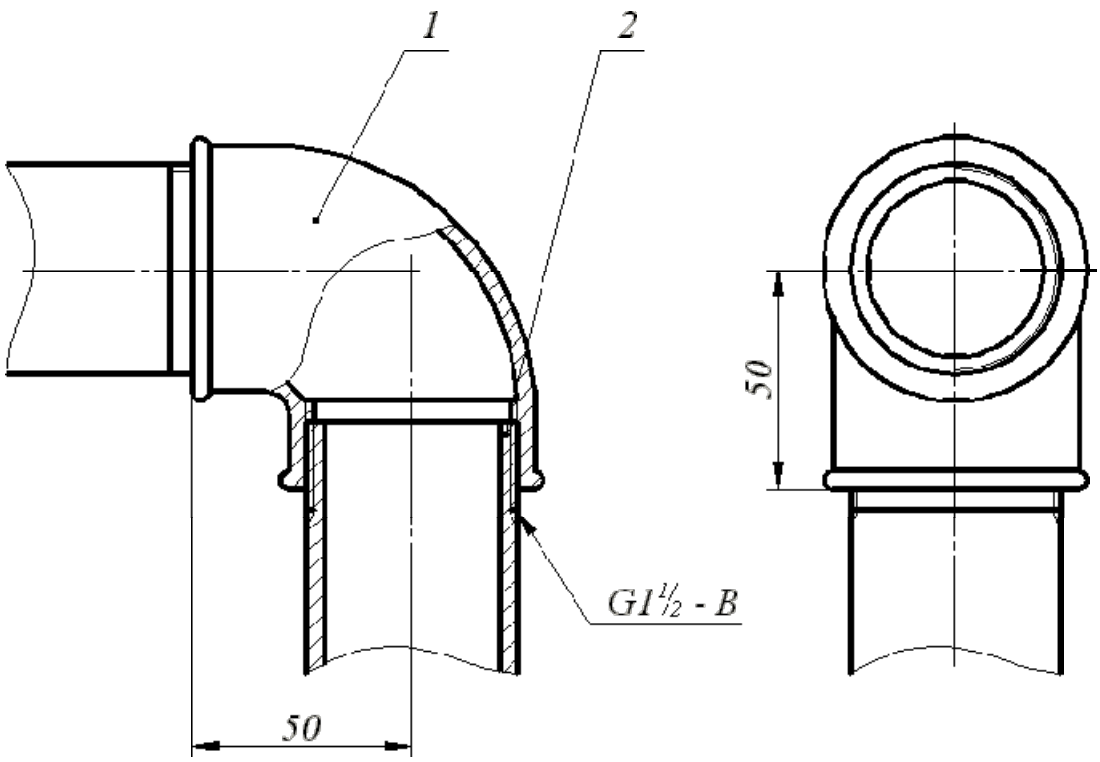
Проходные угольники (ГОСТ 8947-75) Прямые тройники (ГОСТ 8948-75) Прямые кресты (ГОСТ 8951-75)

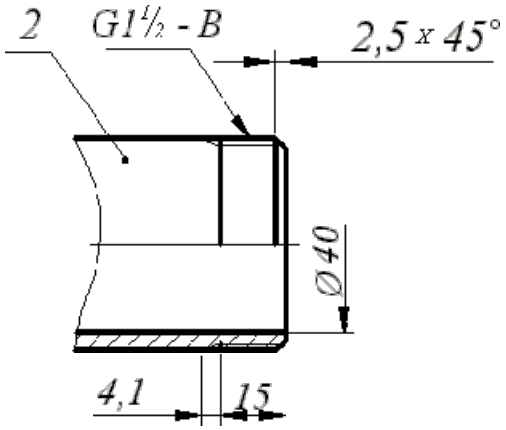


Условный проход $D_y \times D_{1y}$	Резьба	L, мм
8	*G*¼-*B*	21
10	*G*⅜-*B*	25
15	*G*½-*B*	28
20	*G*¾-*B*	33
25	*G*1-*B*	38
32	*G*1¼-*B*	45
40	*G*1½-*B*	50
50	*G*2-*B*	58
65	*G*2½-*B*	69
80	*G*3-*B*	78
100	*G*4-*B*	96

Примеры условных обозначений:

1. Проходной угольник с углом 90° исполнения 1 с цинковым покрытием с D_y=20 мм:
   Угольник 90°-1-Ц-200 ГОСТ 8946-75;
2. Тройник 40 ГОСТ 8948-75;
3. Крест Ц-32 ГОСТ 8951-75.

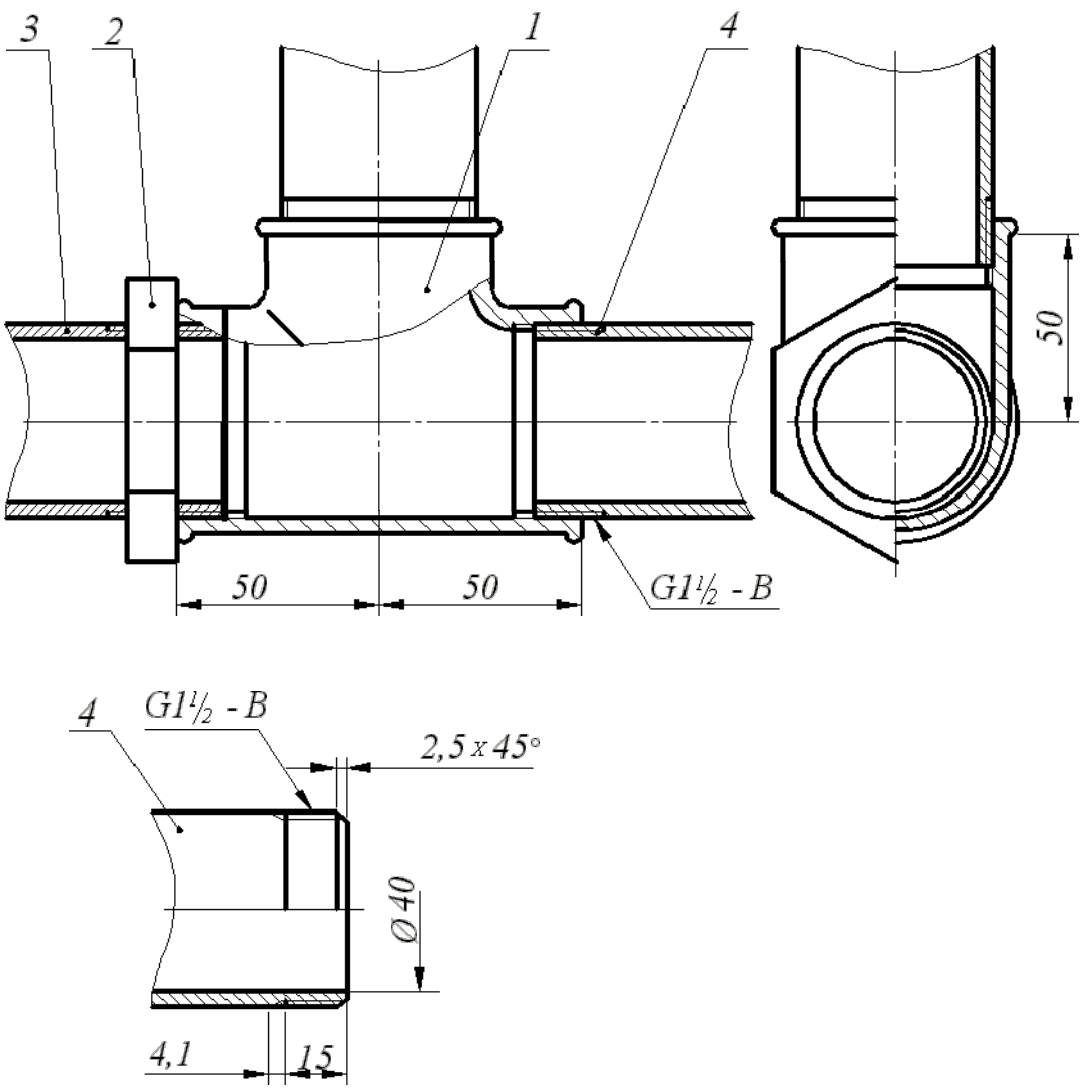




Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

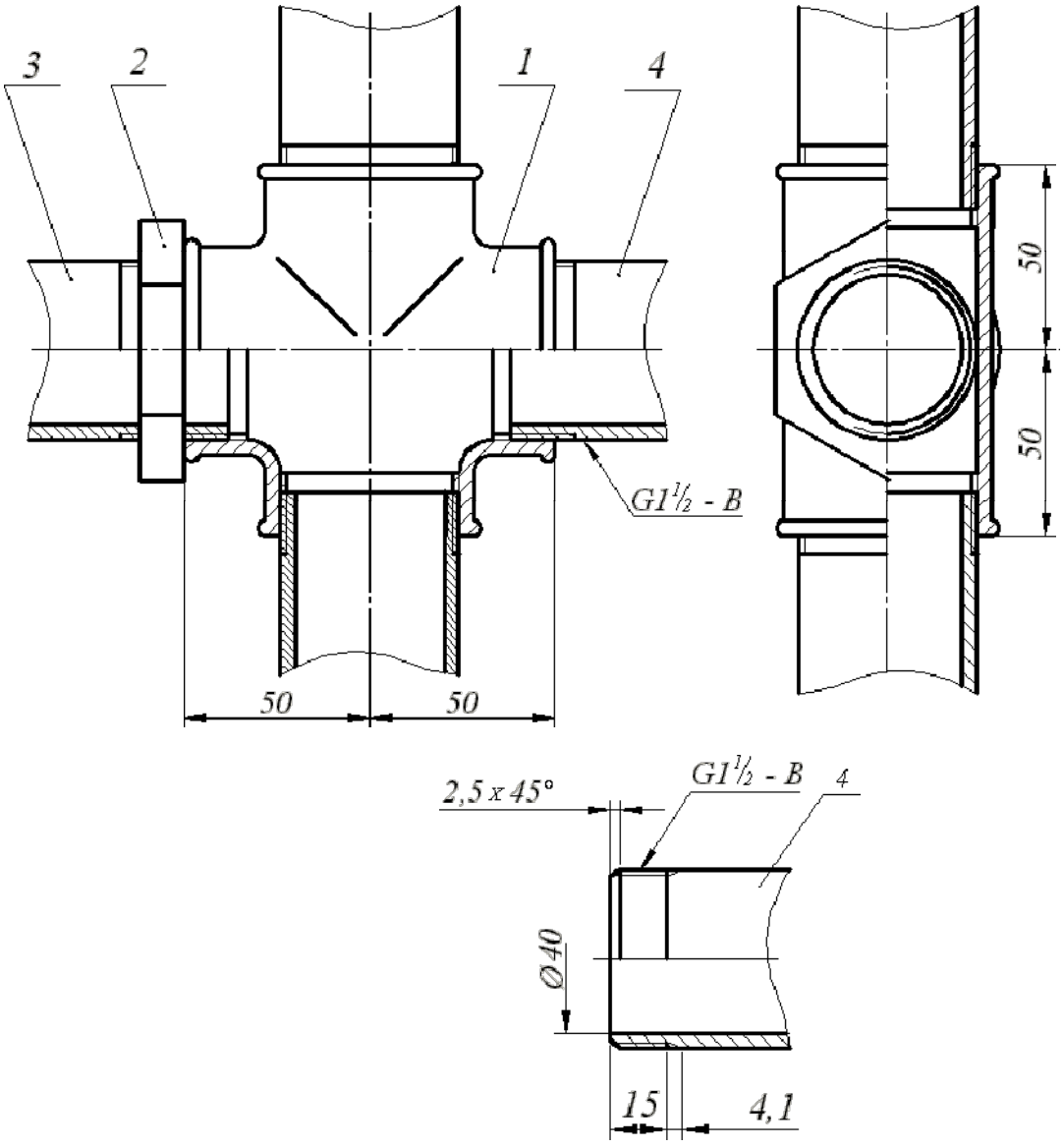
Рис. 5. Соединение труб проходным угольником



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 6. Соединение труб прямым тройником



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

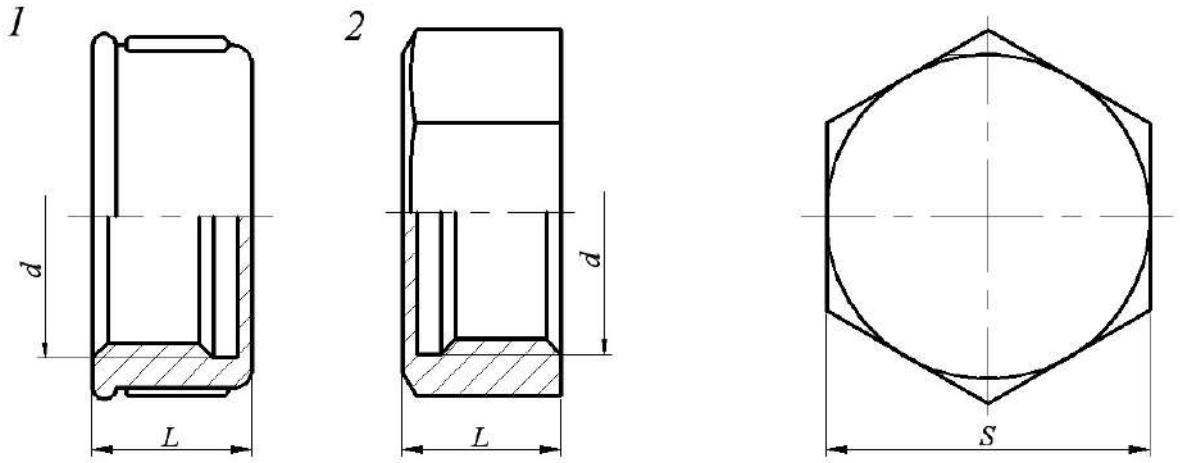
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 7. Соединение труб прямым крестом

4.3. Перекрытие трубы колпаком

Для перекрытия трубы используют колпаки двух исполнений: с ребрами жесткости и с корпусом, имеющим форму шестигранной призмы под гаечный ключ. размеры проточек трубной цилиндрической резьбы определены ГОСТ 10549-80 (табл. 2).

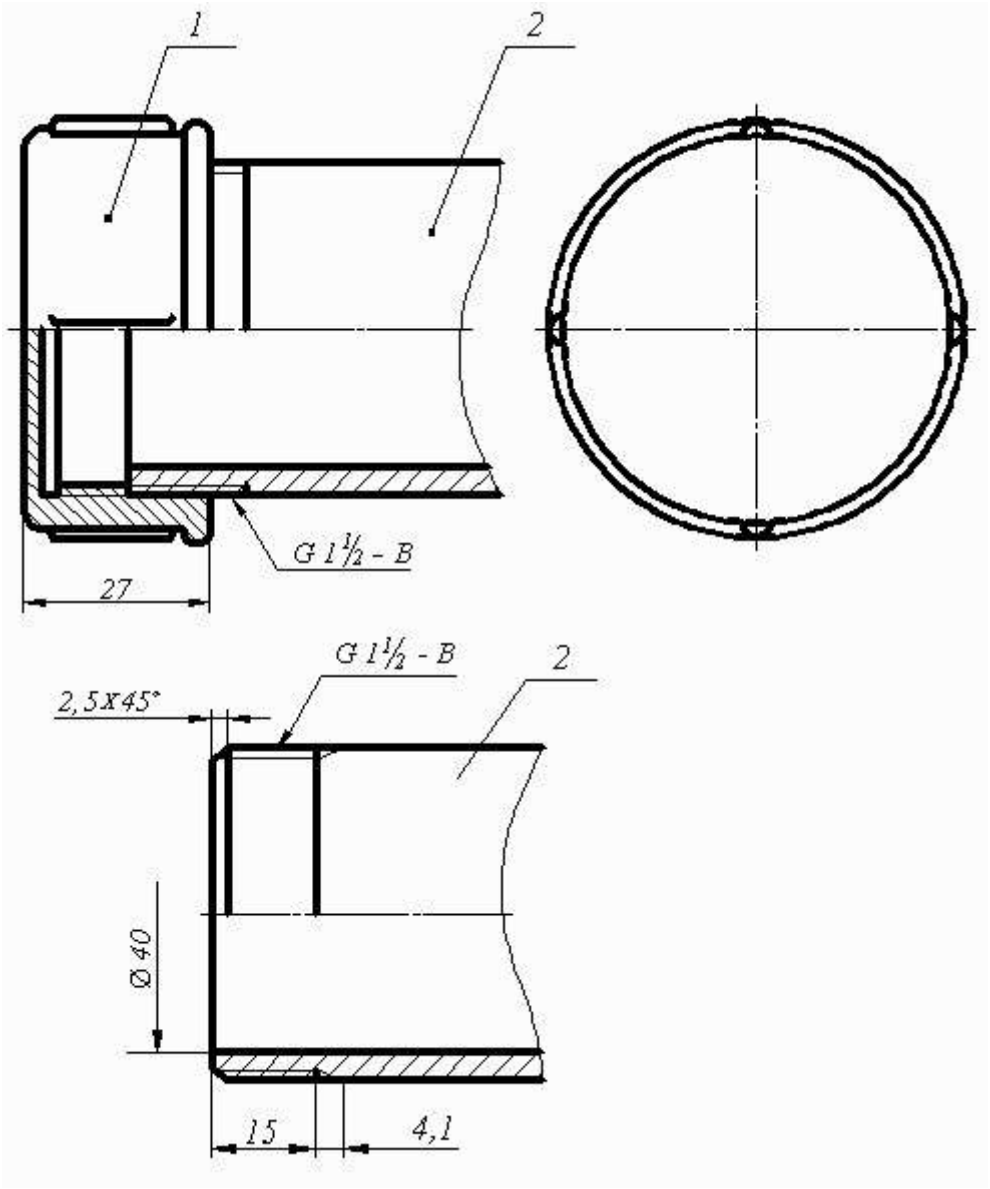
Таблица 9



Условный проход	*L*		Число ребер	*S*
	Исполнение			
	1	2		
8	15	15	2	10
10	17	17	2	22
15	19	19	2	27
20	22	22	2	32
25	24	24	4	41
32	27	27	4	50
40	27	27	4	55
50	32	32	6	70
65	-	35	-	85
80	-	38	-	100

Примеры условных обозначений:

1. Колпак исполнения 2 без покрытия с D_y=40 мм:
   Колпак 2-40 ГОСТ 8962-75
2. Колпак исполнения 1 с цинковым покрытием с D_y=40 мм:
   Колпак 1-Ц-40 ГОСТ 8962-75



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 8. Перекрытие трубы колпаком

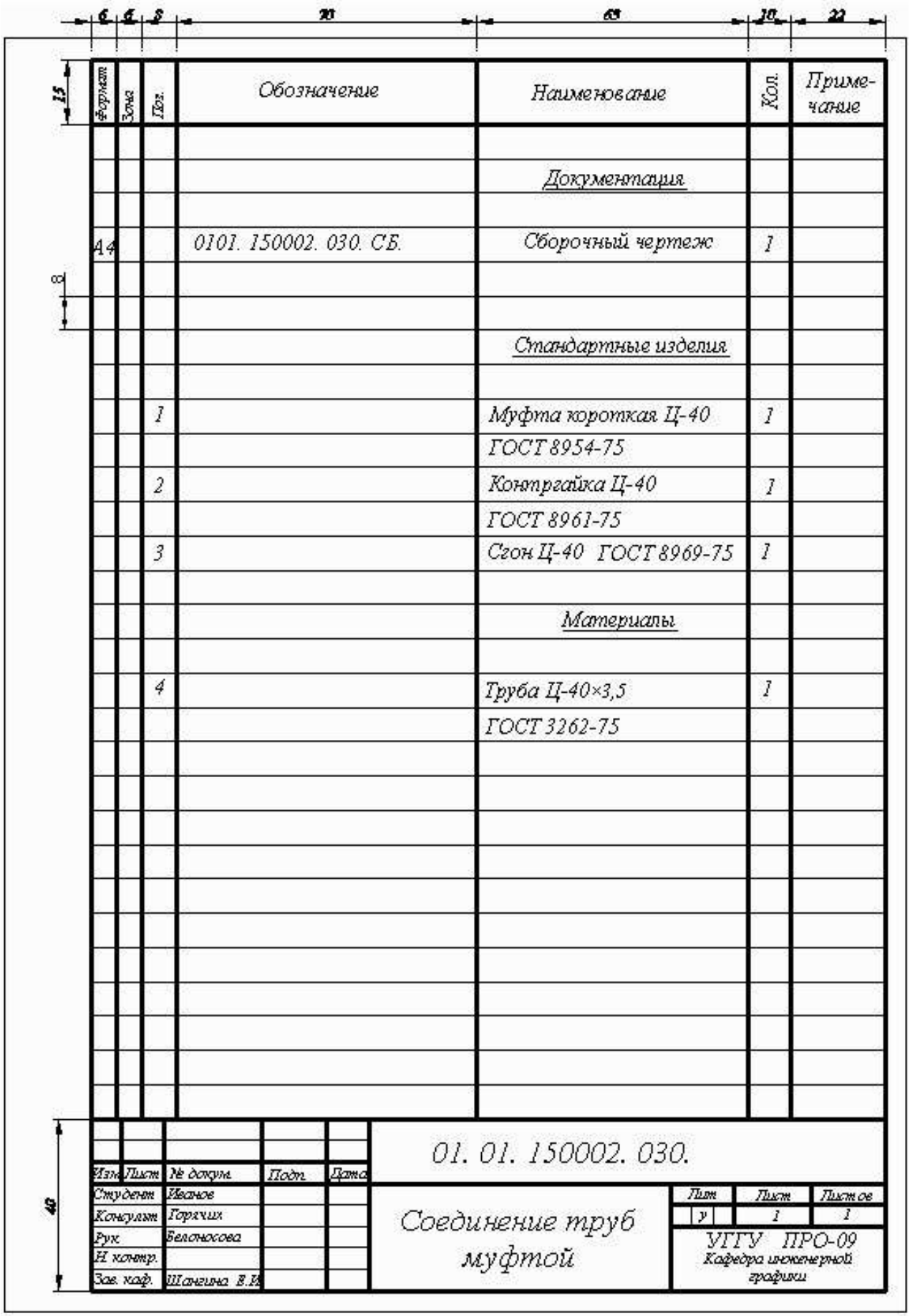


Рис. 9. Спецификация

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. - 9 -е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, - 2006 – 928 с.: ил.
2. ГОСТ 27148-86. Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры. Переиздание 23.06.2009
3. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 2000.
4. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: высшая школа , 2008 – 493 с.
6. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - – изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

Дополнительная литература

7. Баева *Г. Г.* Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
8. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1994.

Учебное издание

Белоносова Ирина Борисовна

Методическое пособие
по курсу «Инженерная графика»
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для студентов всех специальностей»
«Изображение трубных резьбовых соединений»

4-е издание, стереотипное

Редактор *Л. Н. Авдеева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,3 Уч. - изд. л. 1,11. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета

Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..… 4
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ……...5
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ ……6
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ …..... 13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ……..... 18

ВВЕДЕНИЕ

Болтовые соединения широко применяются во всех отраслях промышленности и строительства, трудно представить себе машину или механизм без этого вида соединения.

При выполнении машиностроительных чертежей значительную часть времени конструктор затрачивает на вычерчивание изображения крепежных деталей и в частности болтов, гаек и т.д.

В этой связи необходимо отметить, что выполнение всех правил, установленных соответствующими стандартами, а также рекомендаций справочников, учебников, основанных на опыте конструкторов, значительно облегчают и упрощают этот трудоемкий процесс.

Настоящее методическое пособие предназначено для изучения и закрепления знаний, указанных правил и рекомендаций.

Работа содержит исходные данные индивидуальных заданий, описание основных крепежных деталей болтового соединения, методику определения размеров, необходимых для выполнения чертежа соединения деталей болтами различных конструкций, а также принципы формирования условных обозначений крепежных деталей.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Чертеж болтового соединения является частью задания «Условности машиностроительного черчения». Это задание выполняют студенты технологических и механических специальностей университета.

Работу выполняют в формате А 4 карандашом. Оформляется чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД. Масштаб изображения следует выбирать в зависимости от размеров крепежных деталей.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Чертеж болтового соединения (рис. 2) содержит три изображения: полный фронтальный разрез, расположенный на месте главного вида, вид сверху и вид слева; на изображениях следует нанести обозначения резьбы, длину болта и размер под ключ. Кроме того, чертеж должен содержать условные обозначения крепежных изделий.

В качестве исходных параметров для выполнения чертежа дана толщина соединяемых деталей и вид крепежных изделий, определенный стандартами, а также размер резьбы болта. Эти данные приведены в таблице 1.

Общие сведения о крепежных деталях болтового соединения.

Соединение деталей болтом обычно состоит из трех стандартных крепежных изделий: болт, гайка и шайба. В некоторых случаях, обычно когда болтовое соединение работает в условиях повышенной вибрации, для предотвращения самопроизвольного отвинчивания гайки применяются шплинты (рис. 1). ***Шплинтом*** называется изделие, изготовленное из стальной проволоки полукруглого сечения, сложенной вдвое и предназначенное для фиксирования болта относительно гайки. Основными параметрами шплинта является его длина l и условный диаметр d_o. Условный диаметр шплинта равен диаметру отверстия болта под шплинт.



Рис. 1. Шплинт

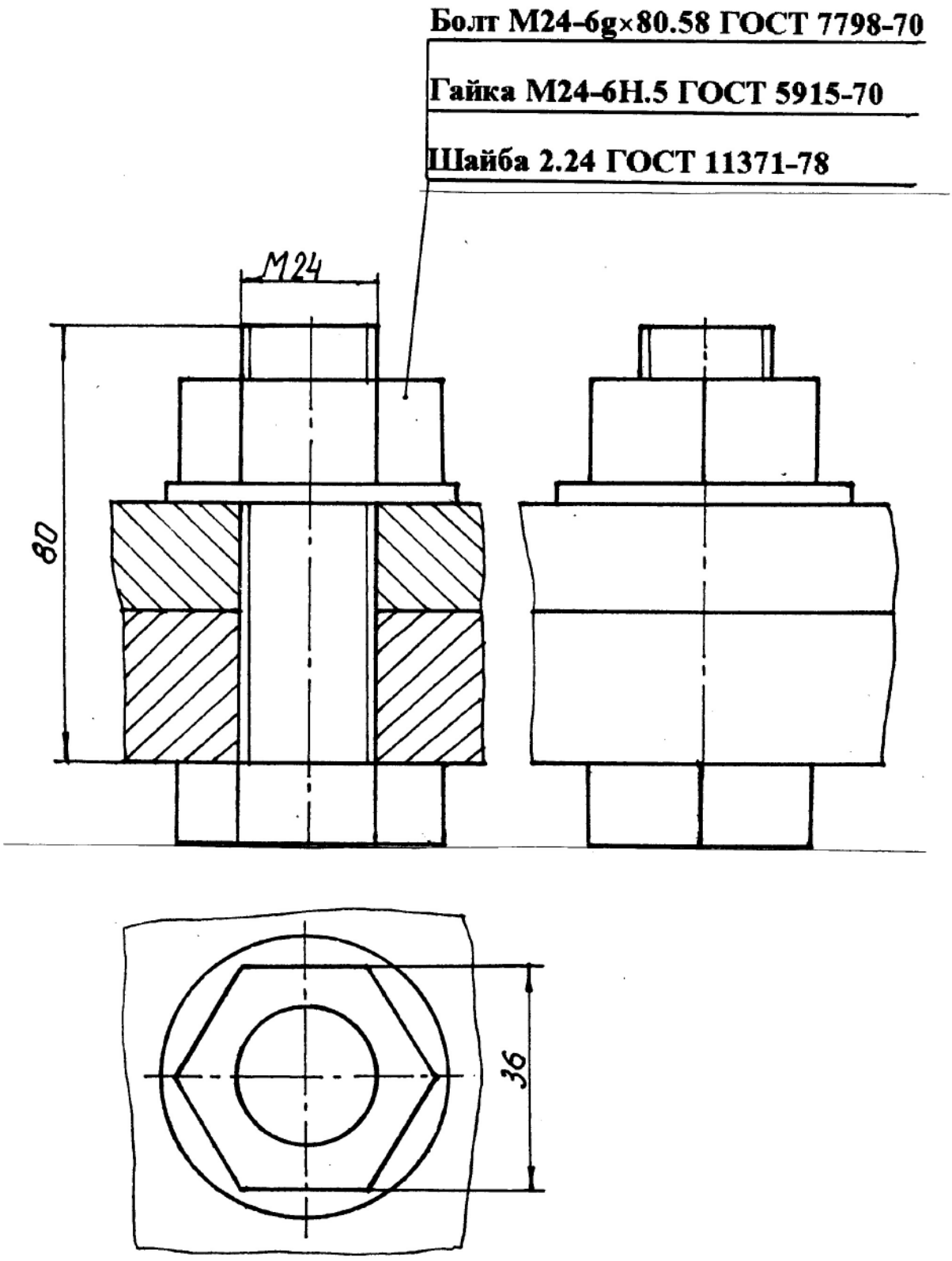


Рис. 2. Чертеж болтового соединения

Исходные данные

Таблица 1

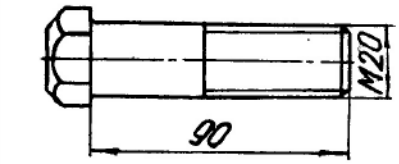
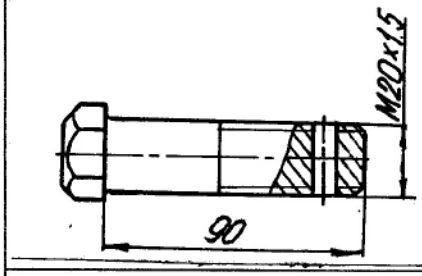
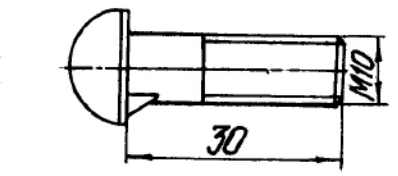
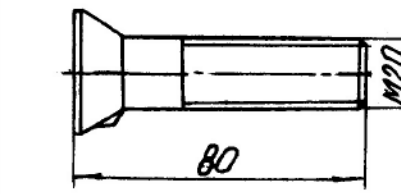
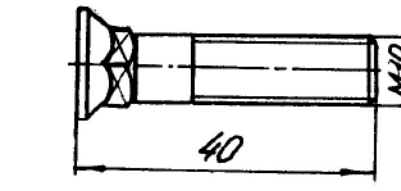
Номер варианта	БОЛТ					ГАЙКА		ШАЙБА
	Номинальный диаметр резьбы, мм	Шаг резьбы, мм	Исполнение	Толщина деталей	Номер ГОСТ	Исполнение	Номер ГОСТ	Номер ГОСТ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	20	2,5	1	40 40	7796-70	2	5915-70	11371-78
2	10	1,5	1	30 30	7783-81	1	5916-70	11371-78
3	10	1,25	4	10 20	7798-70	2	5918-73	6958-78
4	12	1,75	2	20 40	7785-81	2	5916-70	11371-78
5	12	1,25	1	15 20	7805-70	-	5927-70	10450-78
6	16	2,0	-	20 20	7786-81	1	5915-70	11371-78
7	24	2,0	2	30 40	7796-70	1	5918-73	11371-78
8	10	1,5	1	30 30	7783-81	1	3032-76	10450-78
9	12	1,75	3	20 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
10	12	1,75	-	20 50	7786-81	2	3032-76	6958-78
11	16	2,0	2	30 30	7805-70	-	5918-73	11371-78
12	16	2,0	1	40 40	7785-81	1	3032-76	10450-78
13	30	3,5	3	50 40	7796-70	1	5916-70	6958-78
14	20	2,5	2	30 50	7783-81	2	3032-76	6958-78
15	16	1,5	2	20 20	7798-70	1	5918-73	10450-78
16	10	1,5	2	15 15	7785-81	1	3032-76	10450-78
17	20	1,5	3	40 10	7805-70	-	5927-70	11371-78
18	12	1,75	-	10 40	7786-81	2	3032-76	6958-78
19	40	3,0	4	50 50	7796-70	2	5918-73	6958-78
20	16	2,0	1	40 30	7783-81	1	3032-76	10450-78
21	12	1,75	1	20 10	7798-70	-	15523-70	6402-70
22	20	2,5	1	30 30	7785-81	2	3032-76	6958-78
23	24	3,0	1	50 40	7805-70	-	5927-70	10450-78

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	10	1,5	-	30 50	7786-81	1	3032-76	10450-78
25	16	2,0	1	20 40	7796-70	2	5916-70	11371-78
26	12	1,75	2	20 30	7783-81	2	5915-70	11371-78
27	24	2,0	4	20 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
28	16	2,0	1	20 40	7785-81	1	5916-70	11371-78
29	30	3,5	3	40 40	7798-70	-	15523-70	6958-78
30	20	2,5	-	20 40	7786-81	2	5916-70	11371-78
31	12	1,25	2	30 20	7796-70	1	5918-73	10450-78
32	16	2,0	1	15 25	7783-71	1	3032-76	10450-78
33	30	2,0	2	30 40	7805-70	2	5918-73	11371-78
34	6	1,0	1	10 10	7785-81	1	5915-70	6958-78
35	8	1,0	3	10 20	7805-70	-	5927-70	6402-70
36	8	1,25	-	15 20	7786-81	2	3032-76	10450-78
37	10	1,5	3	20 10	7796-70	1	5916-70	11371-78
38	10	1,5	2	20 10	7783-81	2	5915-70	6958-78
39	36	3,0	2	50 10	7798-70	1	5918-73	6958-78
40	12	1,75	2	20 25	7785-81	1	3032-76	10450-78
41	10	1,25	1	15 25	7805-70	-	5927-70	6402-70
42	16	2,0	-	20 15	7786-81	1	5915-70	6968-78
43	20	1,5	5	30 20	7796-70	2	5915-70	11371-78
44	16	2,0	1	10 30	7783-81	2	3032-76	10450-78
45	20	2,5	1	10 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
46	6	1,0	1	10 8	7785-81	2	5915-70	6958-78
47	16	1,5	2	30 20	7805-70	2	5918-73	11371-78
48	8	1,25	-	10 12	7786-81	1	3032-76	10450-78
49	24	3,0	1	20 40	7796-70	2	5916-70	6958-78
50	10	1,5	2	10 25	7783-81	1	5915-70	11371-78

Таблица 2

Изображение и обозначение болтов

Изображение	Условные обозначение	Расшифровка обозначения
	Болт М20-6g×90.58 ГОСТ 7798-70	Болт исполнения 1, диаметром резьбы d=20 мм, длиной l=90мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия.
	Болт 2М20×1,5-6g×90.58 ГОСТ 7798-70	Болт исполнения 2, диаметром резьбы d=20 мм, длиной l=90мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия.
	Болт С М10-6g×30.46.019 ГОСТ 7783-81	Болт с диаметром резьбы d=10 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l=30 мм, класса прочности 4.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Болт С М20-6g×80.56.019 ГОСТ 7785-81	Болт с диаметром резьбы d=20 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l=80 мм, класса прочности 5.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Болт С М10-6g×40.46.019 ГОСТ 7786-81	Болт с диаметром резьбы d=10 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l= 40 мм, класса прочности 4.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.

Условное обозначение шплинта должно содержать условный диаметр, длину, условное обозначение материала и покрытия, толщину покрытия и наименование стандарта. Если шплинт изготовлен из низкоуглеродистой стали, то условное обозначение материала не указывается. При отсутствии покрытия шплинта его вид и толщина в обозначении не указываются.

Например, шплинт с условным диаметром 8 мм, длиной 32 мм из низкоуглеродистой стали без покрытия: *Шплинт 8×32 ГОСТ 379 - 70.*

Основными деталями болтового соединения являются болт и гайка. ***Болт*** представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. На резьбовую часть болта навинчивается гайка.

Обычно в болтовом соединении применяются стандартные болты. В зависимости от условий работы и функционального назначения болты могут иметь различную форму стержня, форму и размер головки, параметры резьбы, характер исполнения и т. п. Все эти характеристики детали установлены соответствующим стандартом.

Условное обозначений болта, в общем случае, должно содержать следующие данные: название детали, класс точности, исполнение, условное обозначение резьбы, поле допуска, длину болта, класс прочности, характеристику материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия, условное обозначение стандарта. В условном обозначении болта не указывают исполнение 1, отсутствие покрытия, а также характеристику материала, если деталь выполнена из углеродистой нелигированной стали и соответствует техническим требованиям ГОСТ 1759.4 - 87. Кроме того, не указывают класс точности В, если стандартом на изделие предусмотрено два класса точности (А и В).

Примеры условного обозначения болтов различных конструкций приведены в таблице 2.

Гайка представляет собой деталь, имеющую отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку. Как правило, в соединениях применяются стандартные гайки. В некоторых случаях, вследствие специфических условий, могут быть применены гайки нестандартные.

В зависимости от условий эксплуатации соединения устанавливают гайки различных конструкций, например, для соединений работающих в условиях повышенной вибрации, обычно применяют про-

резные и корончатые гайки со шплинтами. В тех случаях, когда необходимо навинчивать гайку вручную, используют гайки–барашки.

Условное обозначение гайки, в общем случае, должно содержать следующие характеристики: название детали, класс точности, исполнение, условное обозначение резьбы, поле допуска, класс прочности, характеристику материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия, условное обозначение стандарта. В условном обозначении гайки не указывают исполнение 1, отсутствие покрытия, а также характеристику метериала, если деталь выполнена из углеродистой нелигированной стали и соответствует требованиям ГОСТ 17595-87. Не указывается в обозначении класс точности В, если стандартом на эту деталь установлено два класса точности (А и В). Примеры обозначения стандартных гаек различных конструкций приведены в таблице 3.

Шайбой называется деталь, которую устанавливают между гайкой или головкой болта и поверхностью одной из деталей. Она служит для предохранения материала детали от повреждения, а также для предотвращения самопроизвольного развинчивания крепежных деталей.

Условные обозначения шайбы включают следующую информацию: название детали, класс точности, если стандарт предусматривает два класса, исполнение, диаметр резьбы крепежной детали, толщину шайбы, условное обозначение марки (группы) материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия. Толщина шайбы указывается только в том случае, если стандартом на данный вид шайбы такой толщины не предусмотрено. Марка материала указывается только в том случае, если шайба изготовлена из материала не соответствующего техническим требованиям, установленным ГОСТ 18123 - 82. При отсутствии покрытия не указываются его условные обозначения и толщина. Примеры условных обозначений шайб приведены в таблице 4.

Таблица 3

Изображение и обозначение гаек

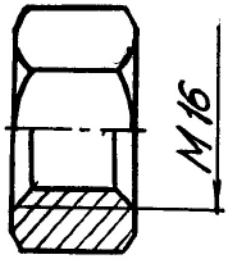
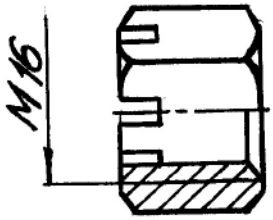
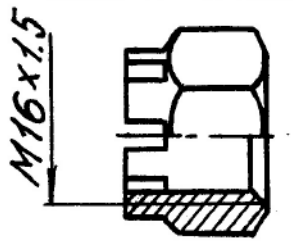
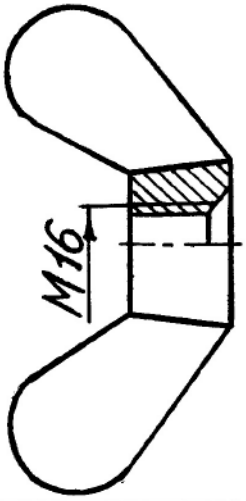
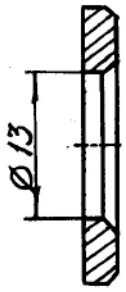
Изображение	Условные обозначения	Расшифровка обозначения
	Гайка М16-6Н.5 ГОСТ 5915-70	Гайка исполнения 1, с диаметром резьбы d=16 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия.
	Гайка М16-6Н.5 ГОСТ 5918-73	Гайка класса точности В, исполнения 1, с диаметром резьбы d=16 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса точности 5, без покрытия.
	Гайка 2 М16×1,5-6Н.5.019 ГОСТ 5918-73	Гайка класса точности В, исполнения 2, с диаметром резьбы d=16 мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса точности 5, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Гайка М16-6Н.6 ГОСТ 3032-76	Гайка - барашек с диаметром резьбы d=16 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 6, без покрытия.

Таблица 4

Изображения и обозначения шайб

Изображение	Условные обозначения	Расшифровка обозначения
	Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78	Шайба круглая исполнения 2 для крепежной детали диаметром 12 мм из материала , соответствующего техническим условиям, без покрытия
	Шайба 10 65 Г ГОСТ 6402-70	Шайба пружинная исполнения 1 для крепежной детали диаметром 10 мм из стали 65 Г, без покрытия

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

На сборочных чертежах и чертежах общего вида применяются упрощенные и условные изображения крепежных деталей. Эти изображения установлены ГОСТ 2.315 - 68; их применение в значительной мере сокращают затраты труда конструктора. Крепежные детали, у которых диаметр стержня на чертеже менее 2 мм, изображают условно. В остальных случаях следует применять упрощенные изображения. Пример упрощенного изображения соединения деталей болтом с шестигранной головкой приведен на рис. 1.

При выполнении упрощенного изображения болтового соединения применяются следующие упрощения:

- фаски, проточки, галтели не показываются;
- резьба изображается выполненной по всей длине цилиндрической части болта;
- на виде сверху внутренний диаметр резьбы не показывается;

- зазоры между соединяемыми деталями и стержнем болта не показываются;

- изображения крепежных деталей выполняются по относительным размерам.

Если в соединении применен болт с шестигранной головкой, то размеры изображения деталей определяем по формулам, приведенным на рис.3. Приведенные формулы не установлены стандартом и рекомендованы на основе длительного опыта конструкторских и чертежных работ.

Основными параметрами, в зависимости от которых определяются относительные размеры изображения, являются размеры резьбы болта и толщина соединяемых деталей. Длину болта определяем по формуле, приведенной на рис. 3. Полученное значение необходимо сравнить со стандартной величиной длины болта. Как правило, они не совпадают, в этом случае выбираем ближайшее стандартное значение.

Относительные размеры конструктивных элементов болтов с различными формами головки приведены на рис. 4 и на рис. 5.

На чертеже необходимо проставить следующие размеры:

- условное обозначение резьбы болта;

- длину болта;

- размер под ключ гайки.

Длина болта и размер под ключ определяются по таблице соответствующего стандарта. Для определения размеров изображений болтов других конструкций пользуемся рис. 4 и рис. 5.

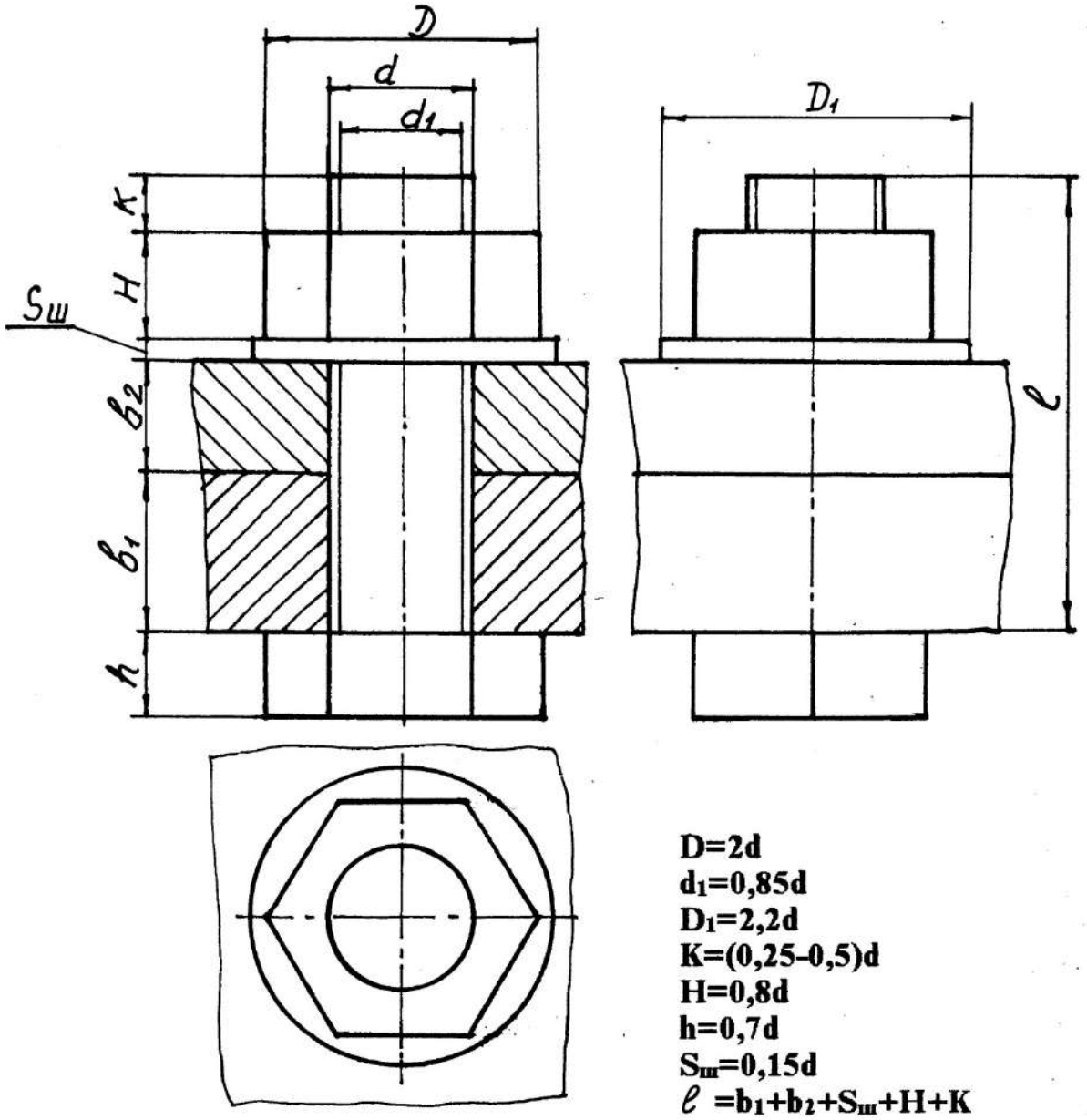


Рис. 3. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

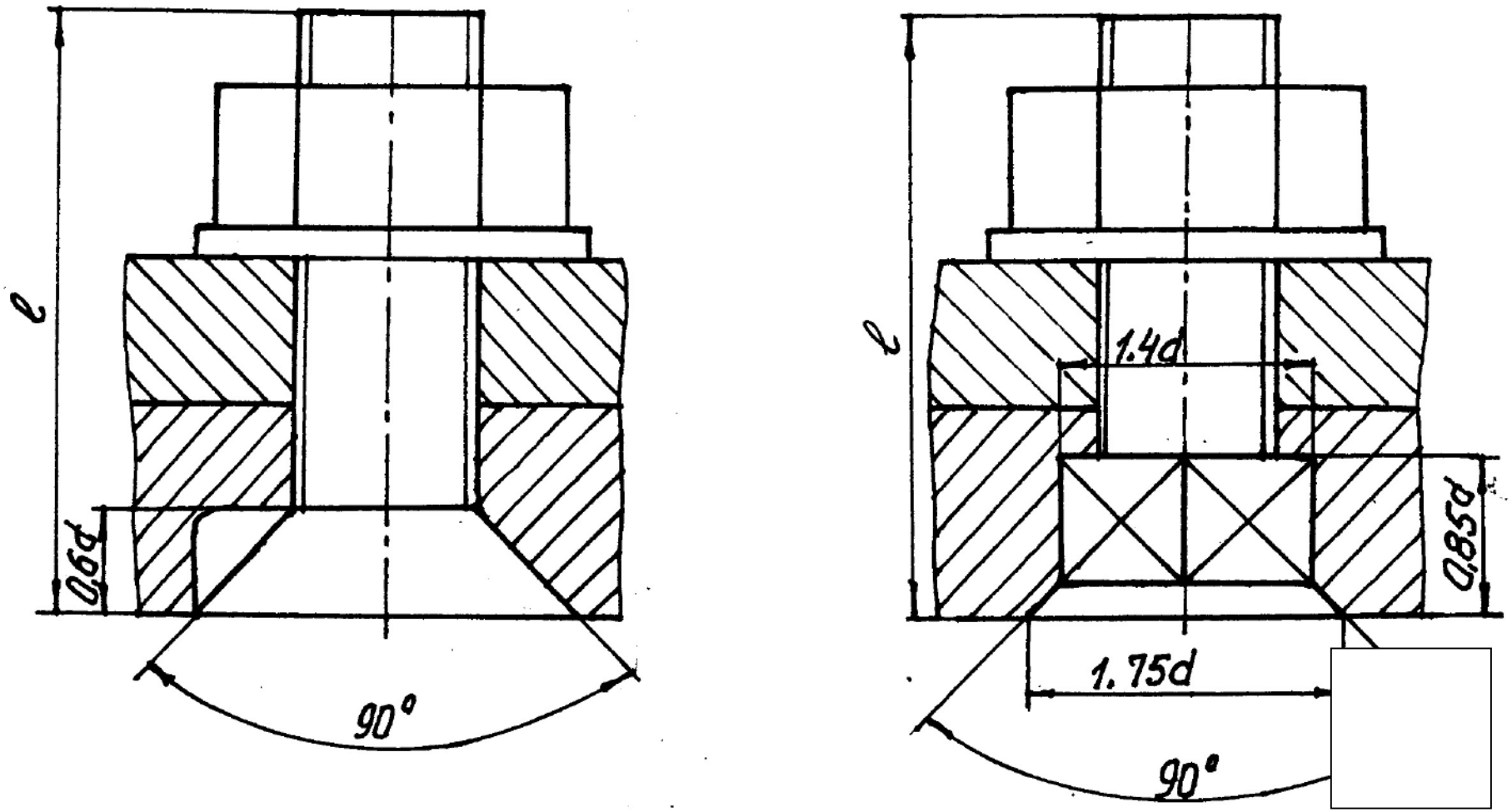


Рис. 4. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

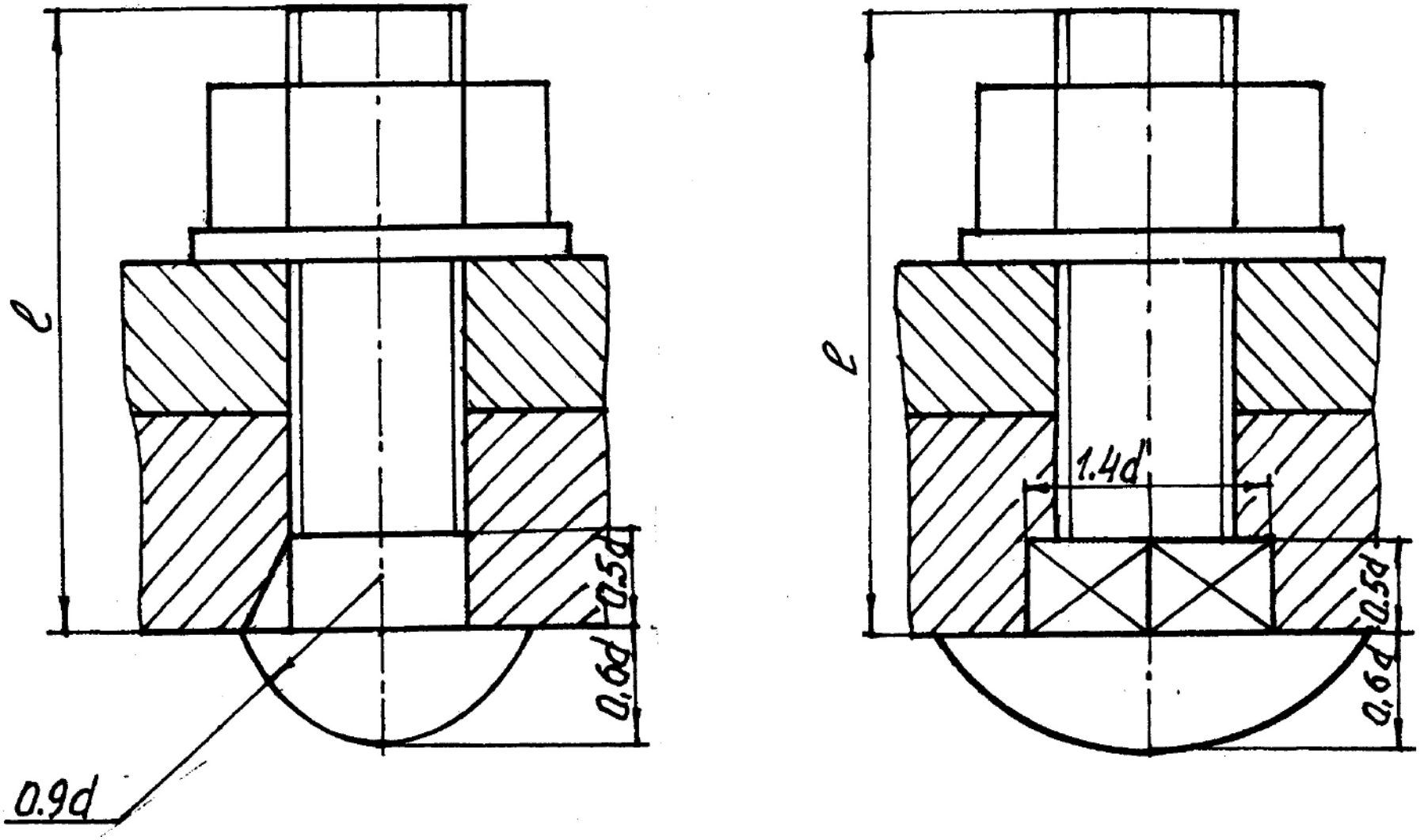


Рис. 5. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3 т. т. 1. - 9 -е изд., перераб. и доп/ под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.: ил.

Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: Высшая школа , 2008. – 493 с.

Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. – Изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета
_____Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

БЛОК-ДИАГРАММА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Эпюр выполняется на формате Al (594× 841) в масштабе 1:1000 и включает в себя решение следующих задач:

- построение линии выхода пласта на поверхность;
- построение прямого разреза (вкрест простирания);
- построение вертикальных профилей АВ, ВС, СД, ДА, определяемых сторонами заданного плана;
- построение линии среза пласта по горизонту 92,5;
- построение блок-диаграммы (ячеечной), ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность.

Исходные параметры всех вариантов сведены в таблицу №1 и задаются следующим образом:

1. Месторождение ограничено двумя параллельными плоскостями - плоскостью кровли пласта (верхняя плоскость) и плоскостью подошвы (нижняя плоскость). Плоскость кровли пласта задаётся точкой **F**(x,y,z), азимутом падения α, интервалом **l** (масштабом падения плоскости), параметры которых представлены в табл. l.

2. Горизонтальная мощность $\mathbf{H_г}$ пласта нужна для построения плоскости, называемой подошвой, которая также задана в табл. 1.

3. Построение блок-диаграммы осуществляется в стандартной аксонометрической проекции, указанной ее номером. В конце таблицы для каждой стандартной аксонометрической проекции этот номер присвоен. Пример выполнения графической работы представлен на рис. 7.

Построение линии выхода пласта на поверхность

Для нахождения линии пересечения плоскости с топографической поверхностью необходимо найти ряд общих точек, которые одновременно принадлежат плоскости и заданной поверхности. На плане топографическая поверхность задается изогипсами - плоскими линиями, параллельными горизонтальной плоскости проекций, каждая из которых имеет свою высотную отметку. Надо построить горизонтали плоскости кровли, имеющие такие же высотные отметки, что и изогипсы на плане.

Плоскость кровли задана точкой **F**, азимутом падения α и интервалом **l** (см. табл.1). Построив плоскость кровли на плане (задав ее масштабом заложения), находим линию пересечения плоскости кровли с топографической поверхностью. Точки, принадлежащие линии пересечения, получаются в ре –

зультате пересечения соответствующих изогипс и горизонталей плоскости кровли, т. е. имеющих одинаковые высотные отметки, если таковые имеются в пределах плана (рис. 1).

Найденные общие точки соединяют плавной кривой, которая будет являться линией пересечения плоскости и топографической поверхности.

Полученная линия кровли пласта обводится красным цветом.

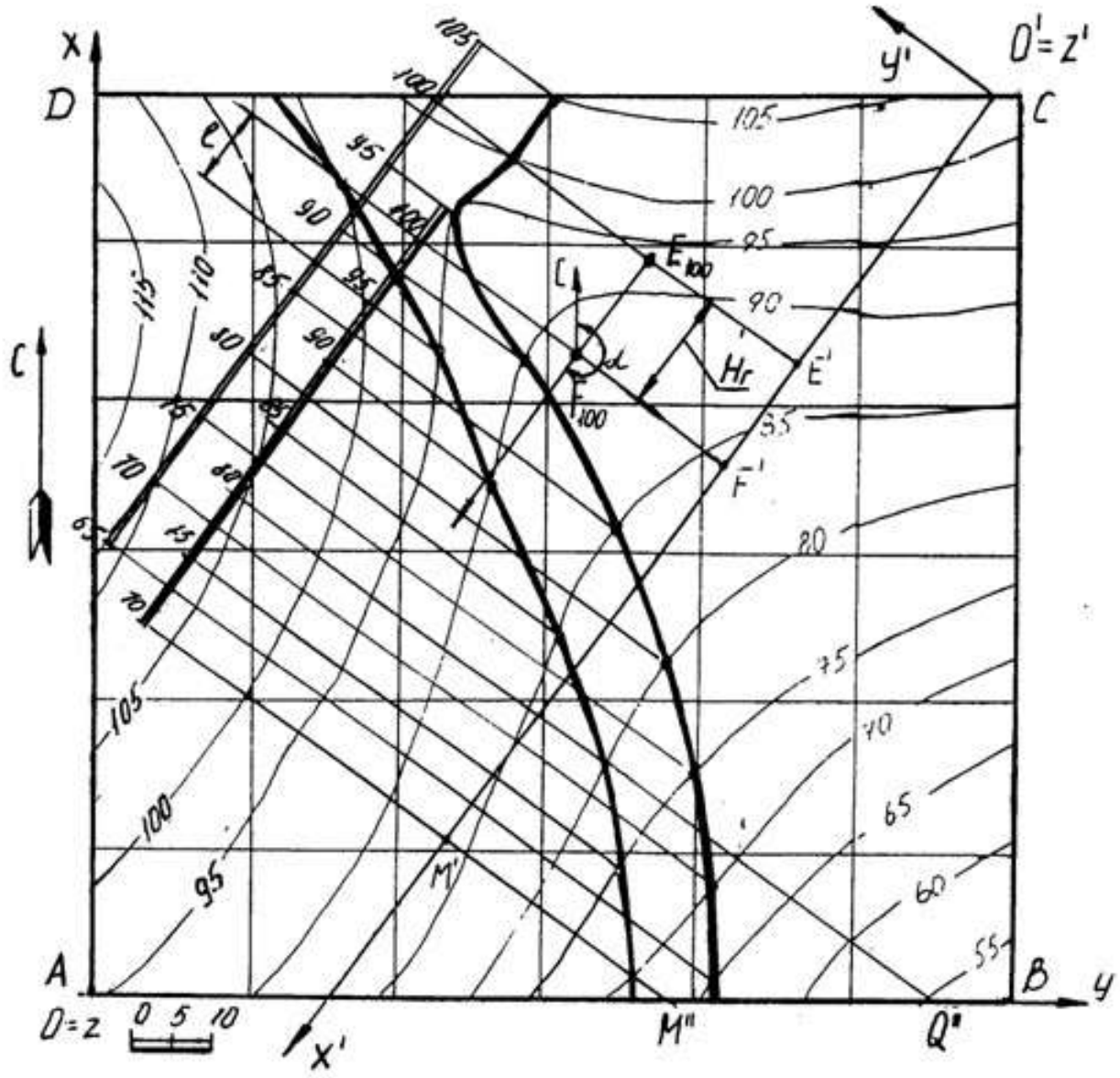


Рис 1

Пересечение плоскости подошвы пласта и топографической поверхности

Плоскость кровли пласта и плоскость подошвы пласта - две параллельные плоскости. Следовательно, на чертеже горизонтали этих плоскостей будут соответственно параллельны, масштабы заложения равны, направления падения их совпадают.

Горизонтальная мощность пласта определяется расстоянием между плоскостями кровли и подошвы пласта, измеряемое в горизонтальном направлении и в нашем случае равна $\mathbf{H}_г$ (см. табл.1). Следовательно, отложив от точки **F** расстояние, равное $\mathbf{H}_г$ по направлению восстания плоскости пласта (т. к. плоскость подошвы ниже плоскости кровли), получим точку **E** с такой же высотной отметкой, как и у точки **F** (рис.1). Направление и масштаб заложения подошвы пласта будут такими же, как и у кровли пласта. Плоскость подошвы пласта определяется точкой **E**, азимутом падения α и интервалом **l**.

Строят те горизонтали подошвы пласта, высотные отметки которых совпадают с высотными отметками изогипс. Находят общие точки, которые соединяют плавной кривой линией. Полученная линия подошвы пласта обводится синим цветом.

Полное построение линии выхода пласта на поверхность показано на рис.1.

Построение прямого разреза (вкрест простирания)

На плане выбирают вертикальную плоскость, перпендикулярную к горизонталям пласта (в удобном месте, как показано на рис. 1). Полученный разрез называется прямым или вкрест простирания.

Разрез ограничивается нулевой плоскостью, топографической поверхностью и прямыми пересечения плоскости прямого разреза с ближайшими вертикальными плоскостями, ограниченными прямоугольником ABCD.

Для построения прямого разреза вводят декартову систему координат x'O'y' на плане, где ось O'x' совпадает с плоскостью разреза, ось O'y' перпендикулярна к оси O'x' (по часовой стрелке), ось z' проецируется в точку (рис. 1).

Вертикальный прямой разрез будет определяться осью O'x' и осью O'z', где координата z' будет равна числовой отметке соответствующей изогипсы (рис. 2). Таким образом, получают построение вертикального прямого (вкрест простирания) разреза, на котором строят следы пласта.

Для построения следов пласта на разрезе вкрест простирания поступают так. По горизонтали переносят точку **F** на след плоскости вертикального разреза – ось O'x' и любую из горизонталей (например, 70) – точки F' и M' (рис. 1). На профиле (рис. 2) через полученные точки F' и M' проводят перпендикуляры, на которых откладывают высотные отметки кровли пласта. Затем проводят прямую линию – след кровли пласта.

Подошва пласта отстоит от кровли пласта на расстоянии, равном горизонтальной мощности пласта и строится параллельно плоскости кровли (рис. 2 – профиль ограничен нижней плоскостью с отметкой 40).

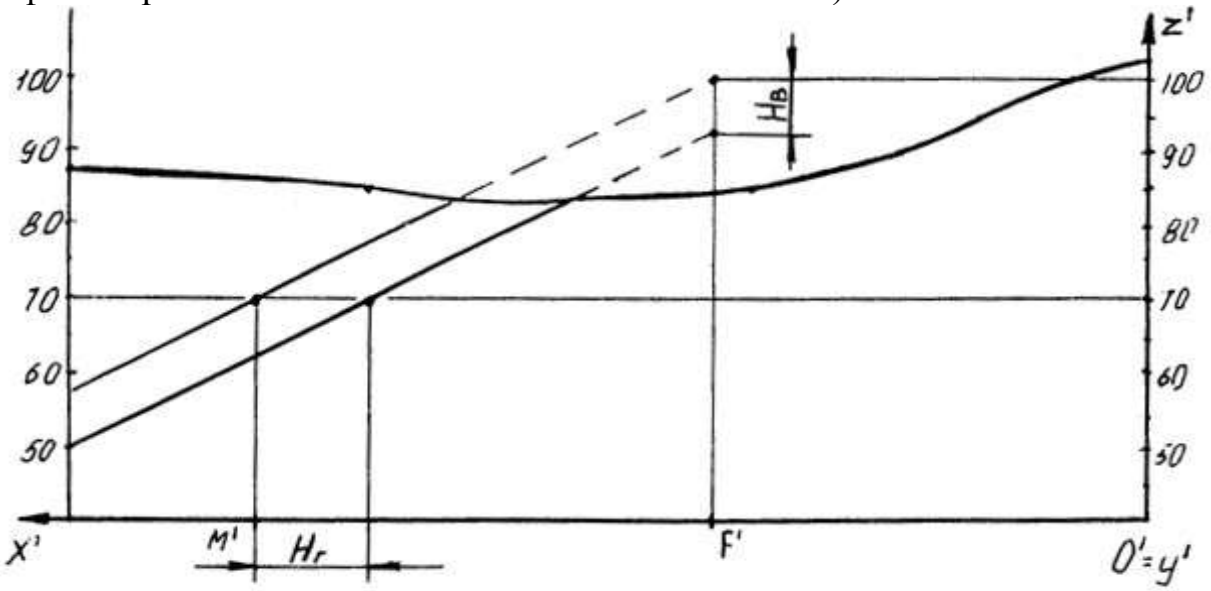


Рис. 2

Построение вертикальных профилей AB, BC, CD, DA выполняется аналогично. Пример построения вертикального профиля AB показан на рис. 3. Для построения подошвы от прямой следа плоскости кровли пласта откладывают вертикальную мощность $\mathbf{H_в}$, взятую с разреза вкрест простирания и проводят прямую, параллельную следу плоскости кровли.

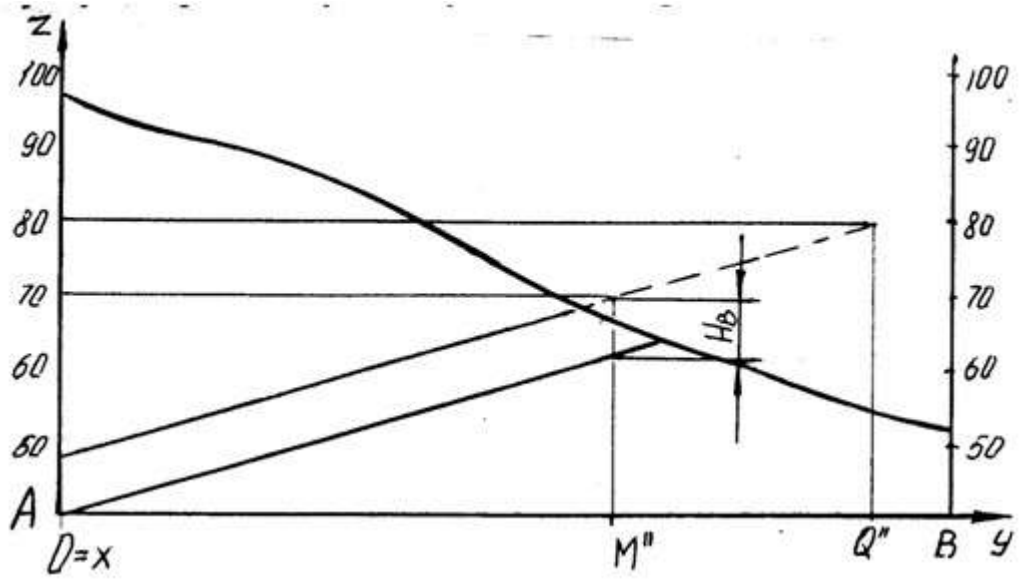


Рис. 3

Нахождение высотной отметки точки, не лежащей на изогипсе

Для построения высотной отметки точки а (рис. 4), не лежащей на изогипсе, поступают следующим образом:

- через точку А проводят кратчайшую прямую I II между изогипсами 50 и 60;
- из точки пересечения с изогипсой 60 проводят прямую под произвольным углом, на которой откладывают отрезок, равный разности высотных отметок (т. е. 10) в заданном масштабе – точка II';
- соединяют полученную точку II' с точкой II, имеющей отметку 50 и с помощью подобных треугольников переносят точку А на прямую I II', которую называют «высотной шкалой».

Таким образом точка А имеет высотную отметку 57.

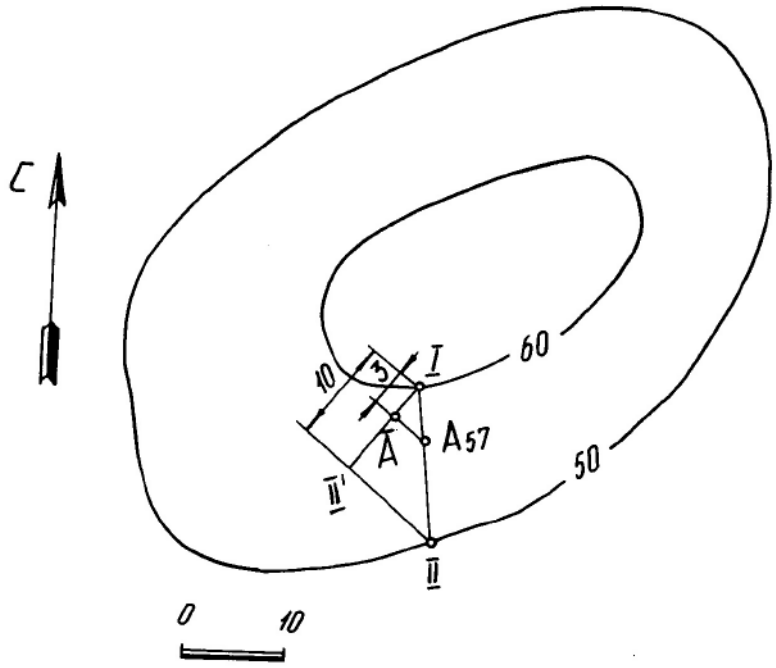
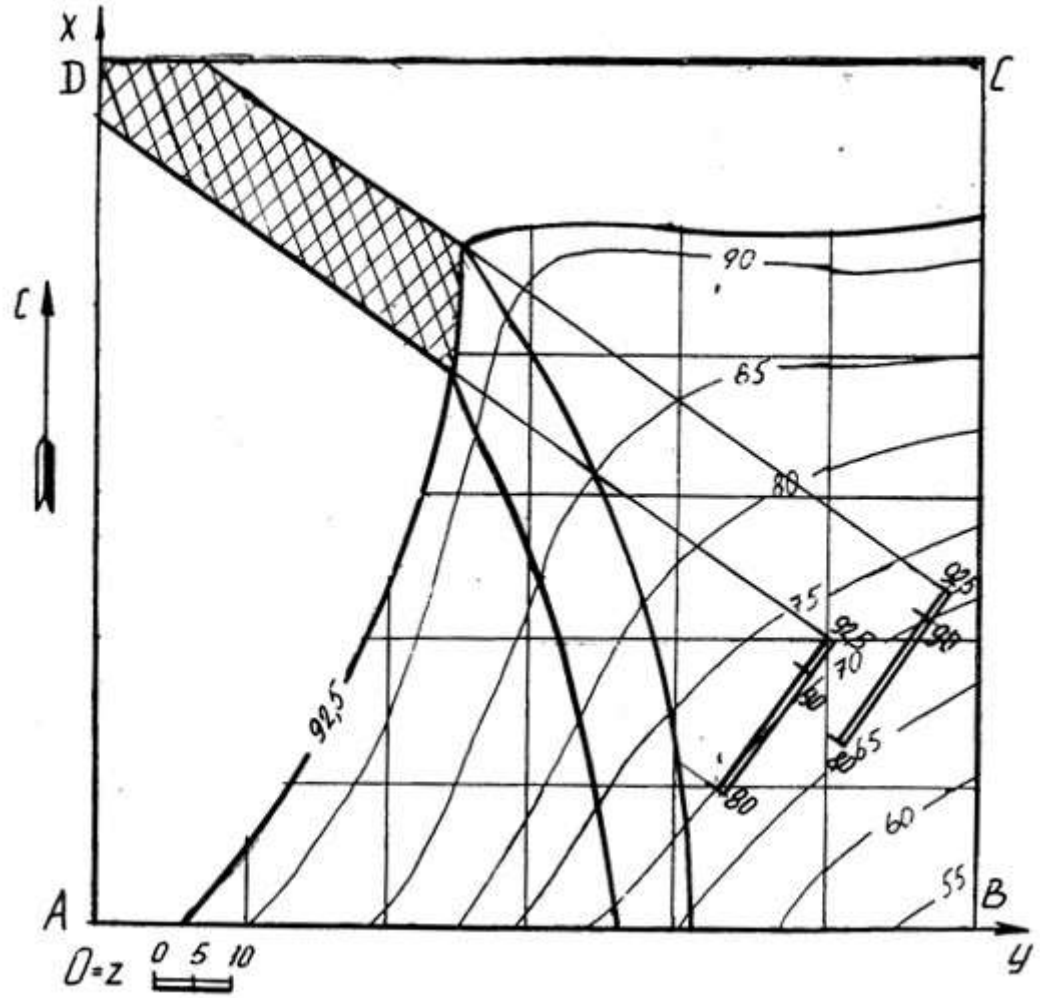


Рис. 4

Построение плана среза по горизонту 92,5

Для построения плана среза воспользуемся умением находить высотные отметки точек, не лежащих на изогипсах, который был рассмотрен ранее.

Количество точек, необходимых для построения изогипсы 92,5, определяется самостоятельно в зависимости от конфигурации рядом лежащих изогипс. План среза по горизонту 92,5 показан на рис. 5.



Построение блок диаграммы части месторождения, ограниченного вертикальными профилями AB, BC, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность

Блок диаграммой будем называть аксонометрическую проекцию части земной коры, ограниченную четырьмя вертикальными плоскостями, горизонтальной плоскостью (например, с отметкой ноль) и топографической поверхностью. Блок диаграмма строится ячеечная, т. е. заданный план разбивается на квадраты, размеры которых 250×250. Затем построения осуществляются по следующему алгоритму.

Алгоритм построения:

- на план наносим декартову систему координат, у которой ось X совпадает с AD, ось Y совпадает с DC, ось Z совпадает с точкой D;

- строим декартову систему координат в указанной аксонометрической проекции (прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, косоугольная горизонтальная изометрия - военная пер-

спектива, косоугольная фронтальная изометрия – кавальерная проекция) согласно ГОСТ 2.317 – 69;

- построение осуществляется по координатам тех точек, которые имеют точные высотные отметки, с учетом коэффициентов искажения по координатным осям. Пример построения показан на рис. 6.

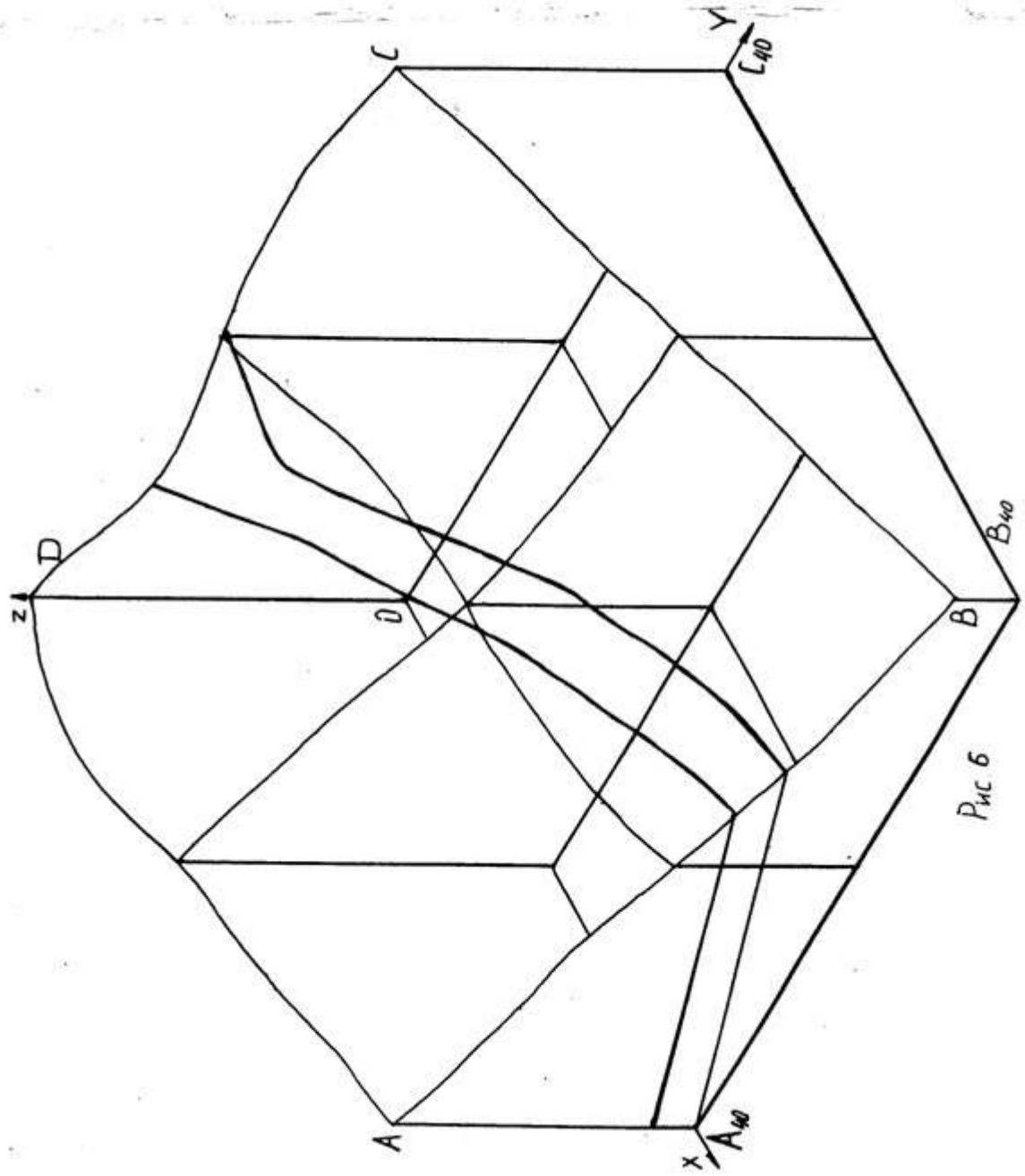


Рис 6

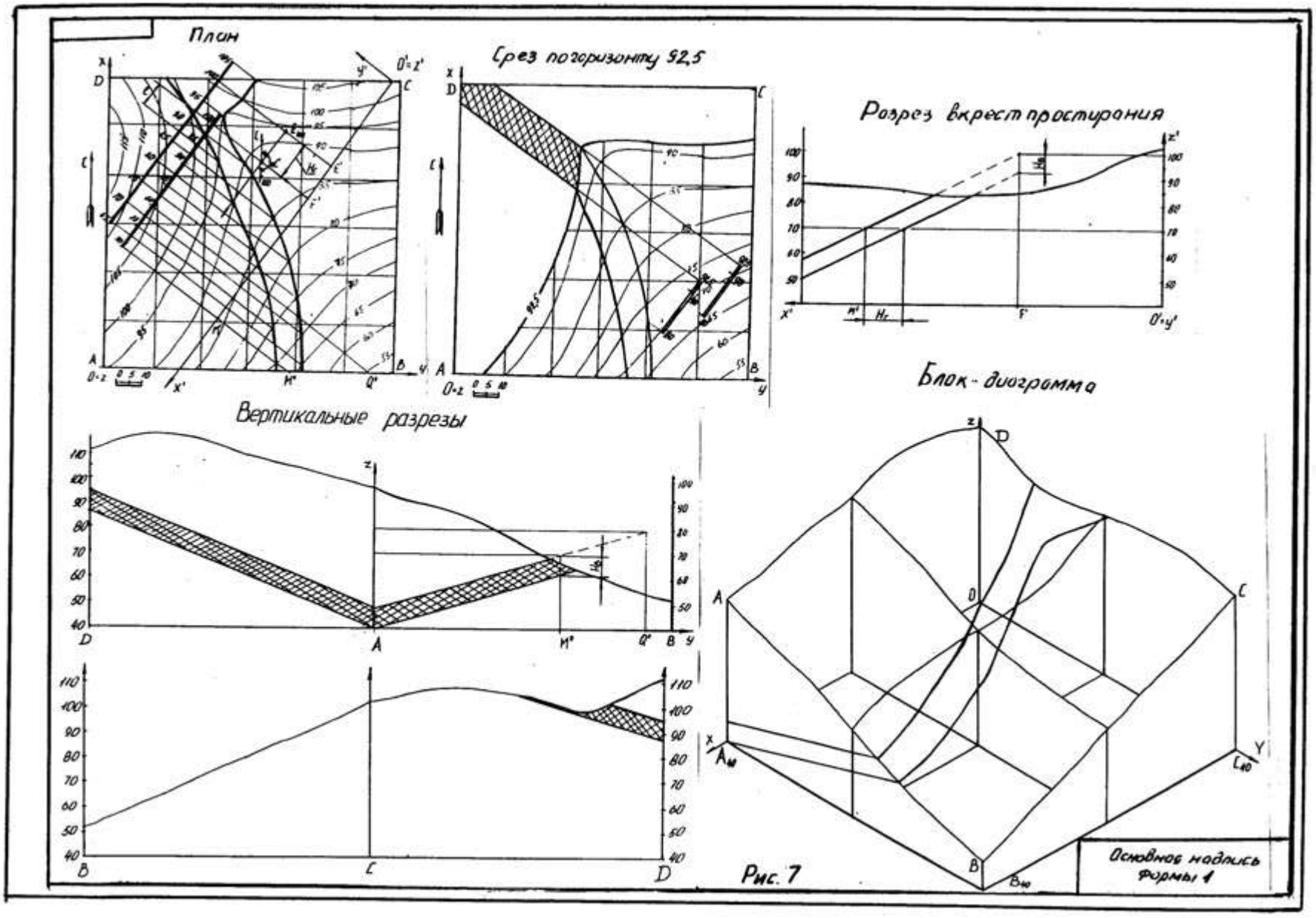

План
Срез погоризонту 92,5
Розрез вкрест простирання
Блок-диограмма
Вертикальные разрезы
Основной надпись формы 1

Рис. 7

Таблица 1

Номер варианта	Точка **F**			Азимут падения α°	Интервал плоскости кровли **l**, мм	Горизонтальная мощность $\mathbf{H_г}$, мм	Вид аксонометрии
	x	**y**	**z**				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	46	10	120	210	20	180	1
2	20	85	110	170	20	75	2
3	67	40	100	210	20	30	3
4	78	25	120	190	20	50	4
5	98	110	105	80	20	30	5
6	40	135	105	30	20	15	1
7	60	60	85	225	20	45	2
8	38	105	100	135	14	17	3
9	46	10	120	210	20	155	4
10	20	85	110	170	20	95	5
11	67	40	100	210	20	100	1
12	78	25	120	190	20	85	2
13	98	100	105	80	20	15	3
14	40	135	105	30	20	45	4
15	60	60	85	225	20	65	5
16	38	105	100	135	14	31	1
17	55	40	95	190	20	70	2
18	46	10	120	210	20	135	3
19	20	85	110	170	20	110	4
20	67	40	100	210	20	125	5
21	78	25	120	190	20	105	1
22	135	20	120	260	20	135	2
23	20	110	115	30	20	30	3
24	98	35	80	225	20	45	4
25	38	105	100	135	14	60	5
26	46	10	120	210	20	115	1
27	115	135	130	170	20	20	2
28	27	42	100	210	20	75	3
29	115	135	130	170	20	50	4
30	97	95	115	210	20	70	5
31	135	20	120	260	20	145	1
32	58	177	80	135	14	31	2
33	27	42	100	210	20	95	3
34	115	135	130	170	20	65	4

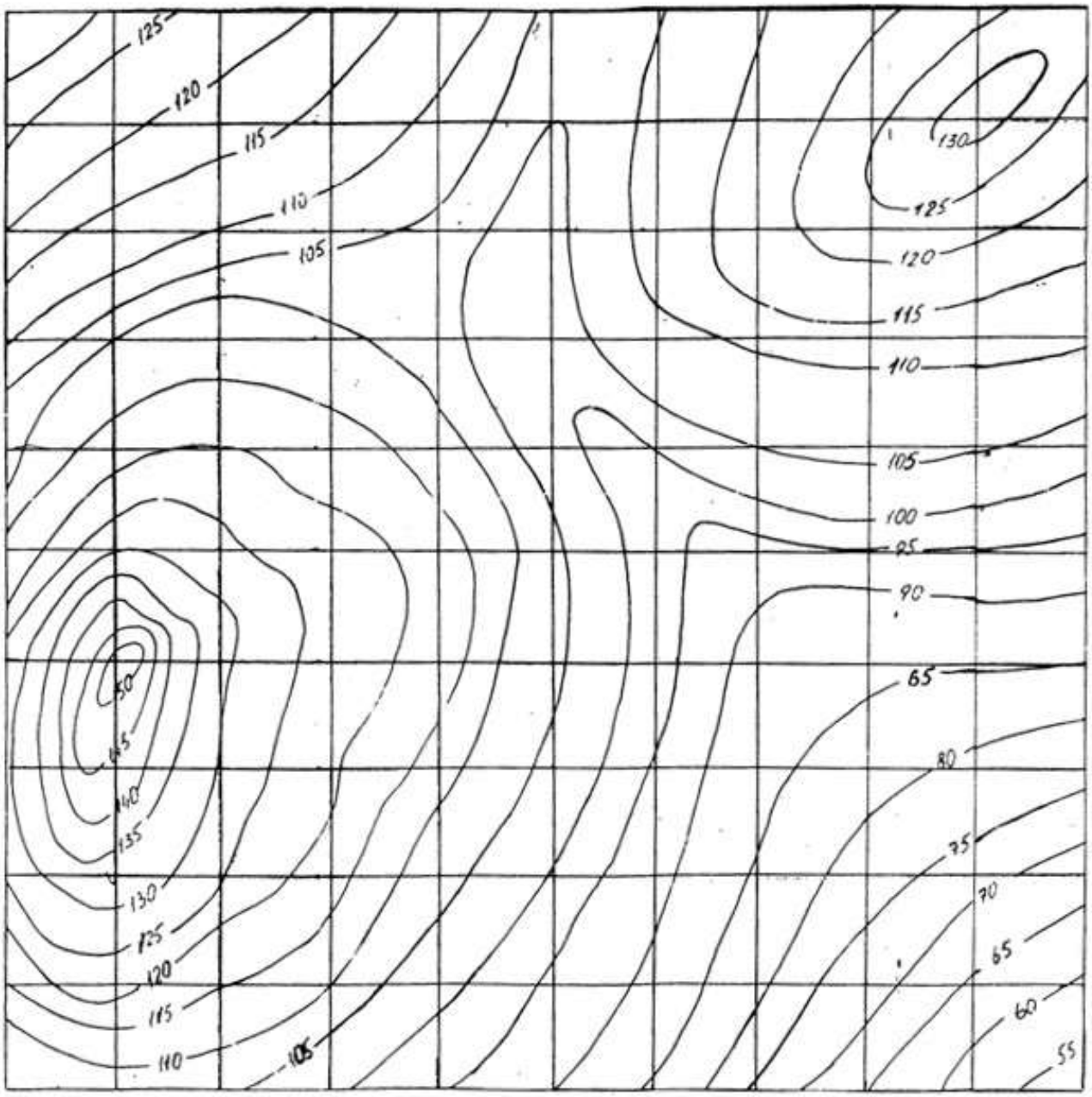
35	97	95	115	210	20	95	5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
36	58	177	80	135	14	42	1
37	27	42	100	210	20	115	2
38	98	35	80	225	20	25	3
39	58	177	80	135	14	68	4
40	27	42	100	210	20	140	5

1 - прямоугольная изометрия (изометрия)
2 - прямоугольная диметрия (диметрия)
3 – косоугольная фронтальная диметрия (кабинетная проекция)
4 - косоугольная фронтальная изометрия (кавальерная проекция)
5 - косоугольная горизонтальная изометрия (военная перспектива)

ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Бабич Владимир Николаевич
Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной графической
работы «Блок-диаграмма» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректура кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8
Печ. л. 0,9 Уч. - изд. 0,83. Тираж 100 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральская государственная горно-геологическая академия
Лаборатория множительной техники

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического
факультета
_____Н. В. Колчина

Е. И. Шангина

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

ЭПЮР №2

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Данная методическая разработка предназначена для оказания помощи студентам при выполнении самостоятельной графической работы «Эпюр №2» курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

Работа содержит методические указания по ее выполнению. При выполнении эпюра студент решает следующие задачи:

1. Построение заданного многогранника в проекциях с числовыми отметками.
2. Сечение многогранника плоскостью общего положения.
3. Построение натуральной величины фигуры сечения.
4. Построение развертки многогранника с нанесением линии сечения.

Работа выполняется в масштабе 1:1000 на формате А2 в соответствии с требованиями ЕСКД, основная надпись по форме 1. Исходные данные приведены в таблице 1. Пример выполнения приведен на рис. 1.

Пример 1

Задание.

В проекциях с числовыми отметками:

1. Построить правильную шестигранную пирамиду, основание которой принадлежит плоскости **ОАВ**. Точка **О** является центром описанной окружности правильного шестиугольника (центр тяжести) - основания пирамиды (**I, II, III, IV, V, VI**). Сторона основания (**I-II**) **a**=50 и параллельна основной плоскости проекций $\mathbf{H_0}$. Высота пирамиды **h**=150.

Координаты точек плоскости основания:

точка **О** (150, 90, 60);

точка **А** (100, 0, 80);

точка **В** (25, 110, 20).

2. Построить сечение заданной пирамиды плоскостью общего положения Σ_i. Плоскость Σ_i проходит через точку **А**. Азимут падения α секущей плоскости Σ_i совпадает с азимутом падения плоскости основания. Угол падения плоскости Σ_i: δ=30°.

3. Построить натуральную величину фигуры сечения пирамиды плоскостью Σ_i.

4. Построить развертку боковой поверхности пирамиды с нанесением линии сечения.

Задача 1. 1. Построение пирамиды

По заданным координатам на плане строим точки **О**, **А**, **В** (рис. 1).

В плоскости **ОАВ** строим горизонталь, проходящую через т.**О**. На заложении отрезка прямой $\mathbf{A_{80}B_{20}}$ находим точку **С** с высотной отметкой, равной высотной отметке точки **О**, т.е. **60**. Для этого проградуируем отрезок **АВ**. Из точки **А** на плане проводим прямую под произвольным углом, на которой откладываем отрезок, равный разности координат высотных отметок $\mathbf{A_{80}}$ и $\mathbf{B_{20}}$, т.е. **60**. Затем на этой же прямой от точки **А** откладываем отрезок, равный разности координат $\mathbf{A_{80}O_{60}}$, т.е. **20**. С помощью подобных треугольников на заложении $\mathbf{A_{80}B_{20}}$ находим точку $\mathbf{C_{60}}$. Соединив точки $\mathbf{C_{60}}$ и $\mathbf{O_{60}}$, находим горизонталь плоскости основания (рис. 1).

Для построения основания правильной пирамиды строим ее профиль и натуральную величину правильного шестиугольника. На плане (рис. 1) наносим новую декартову систему координат $\bar{\mathbf{O}}\bar{\mathbf{x}}\bar{\mathbf{y}}\bar{\mathbf{z}}$, где ось $\bar{\mathbf{x}}$ проходит через точку $\mathbf{O_{60}}$ и перпендикулярна горизонтали плоскости $\mathbf{O_{60}C_{60}}$. Ось $\bar{\mathbf{y}}$ перпендикулярна оси $\bar{\mathbf{x}}$ (проводится в удобном месте). Ось $\bar{\mathbf{z}}$ совпадает с $\bar{\mathbf{O}}$.

На свободном поле чертежа строим профиль (рис. 2), проходящий через $\bar{\mathbf{z}}\bar{\mathbf{x}}$, а ось $\bar{\mathbf{y}}$ проецируется в точку и совпадает с $\bar{\mathbf{O}}$. На профиле строим точки $\mathbf{A_{80}}$, $\mathbf{O_{60}}$ и $\mathbf{B_{20}}$, которые должны находиться на прямой (коллинеарны). Они определяют след плоскости основания пирамиды.

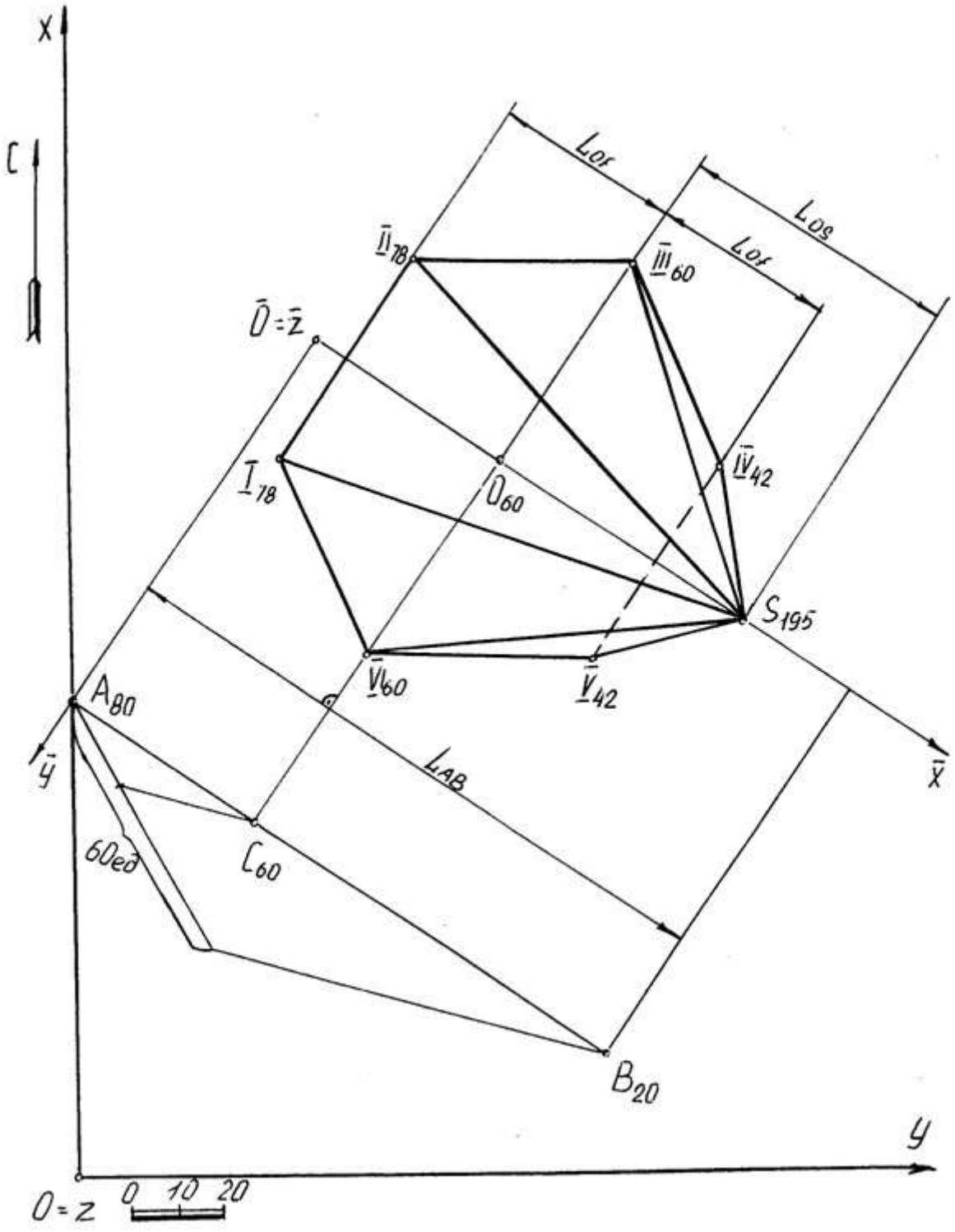

X
C
Lor
Los
Lor
II 18
III 60
O = z
I 18
O 60
IV 42
S 195
V 60
V 42
A 80
LAB
y
x
60ед
C 60
B 20
y
O = z
0 10 20

Рис. 1

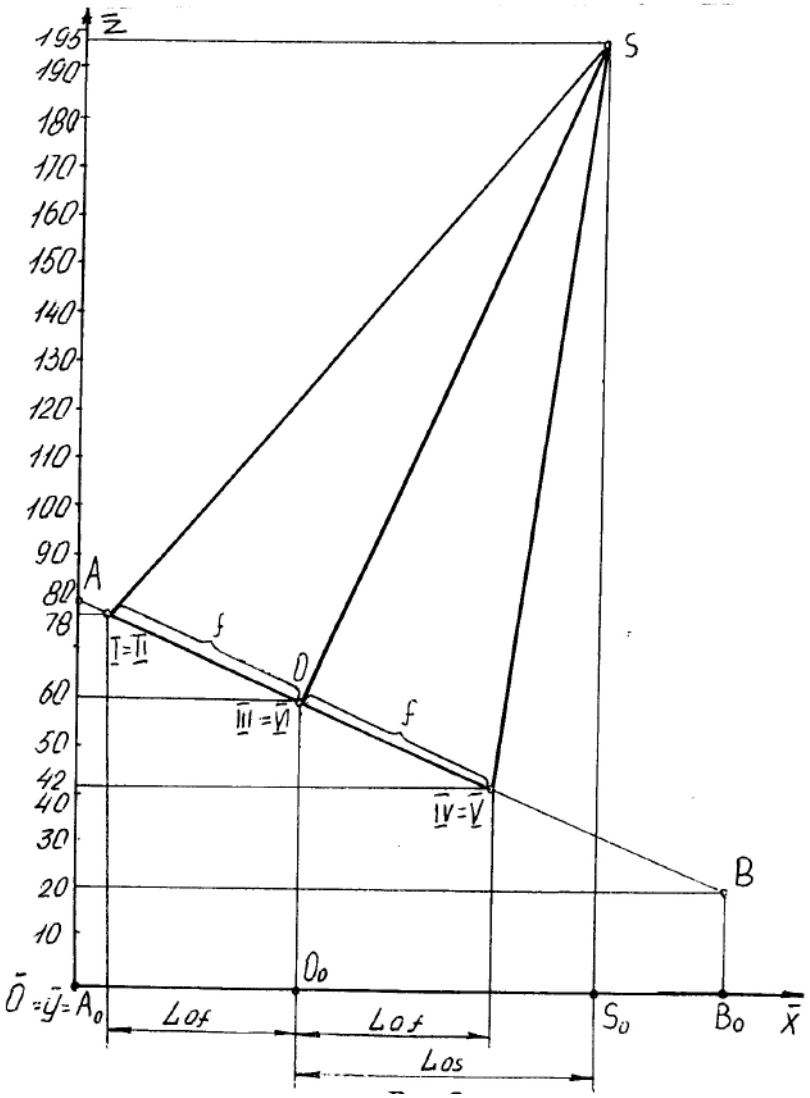


Рис. 2

На свободном месте чертежа строим правильный шестиугольник, являющийся основанием пирамиды (рис. 3).

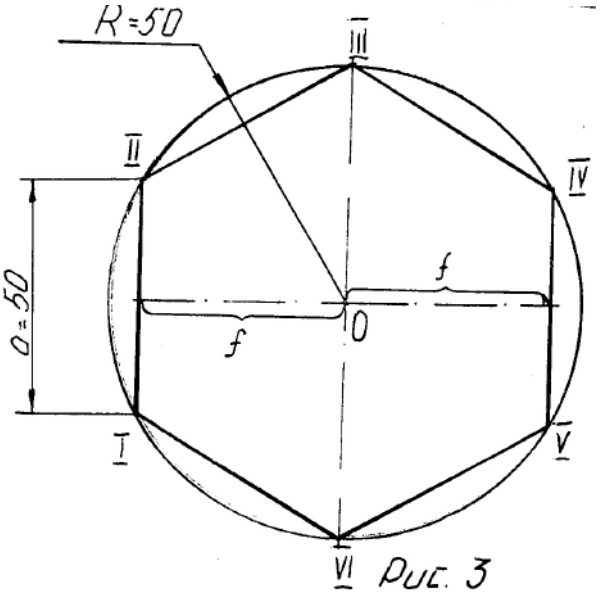


Рис. 3

Затем строим профиль основания пирамиды, т. е. правильный шестиугольник, принадлежащий плоскости основания, причем сторона **I-II** проецируется в точку (по заданию), сторона **IV-V** проецируется в точку, симметричную относительно центра **O**, а точки **III VI** совпадают с центром основания **O**.

Находим высоту пирамиды, которая проходит через точку O перпендикулярно к основанию и равна **h=150** (по заданию). Вершину пирамиды **S** соединяем с точками основания пирамиды и определяем на профиле ее высотную отметку, которая равна **195**.

Построенную на профиле пирамиду переносим на план (рис. 1), используя заложения $\mathbf{L_{of}}$, $\mathbf{L_{os}}$, причем точки (**I**, **II**), (**V**, **IV**), (**VI**, **III**) лежат на горизонталях, высотные отметки которых найдены на профиле. Точка **S** находится на перпендикуляре к горизонтали основания, проходящей через точку $\mathbf{O_{60}}$ на расстоянии $\mathbf{L_s}$.

Полученные точки последовательно соединяем друг с другом и определяем видимость.

Задача 1.2. Сечение тела плоскостью

На профиле строим секущую плоскость Σ_j (рис. 4), которая будет проецироваться в виде прямой линии, т. к. азимут падения α совпадает с азимутом падения основания пирамиды (по заданию). Плоскость Σ_j проходит через точку А под заданным углом падения δ**=30°**. Секущая плоскость Σ_j пересекает ребра пирамиды в точках **D**, **E**, **F**, **K**, **M**, **N**. Полученные точки с профиля переносим на план (рис. 5) с помощью пропорционального деления (если точка делит отрезок в некотором отношении, то и любая проекция этой точки делит проекцию этого отрезка в том же отношении (рис. 6)).

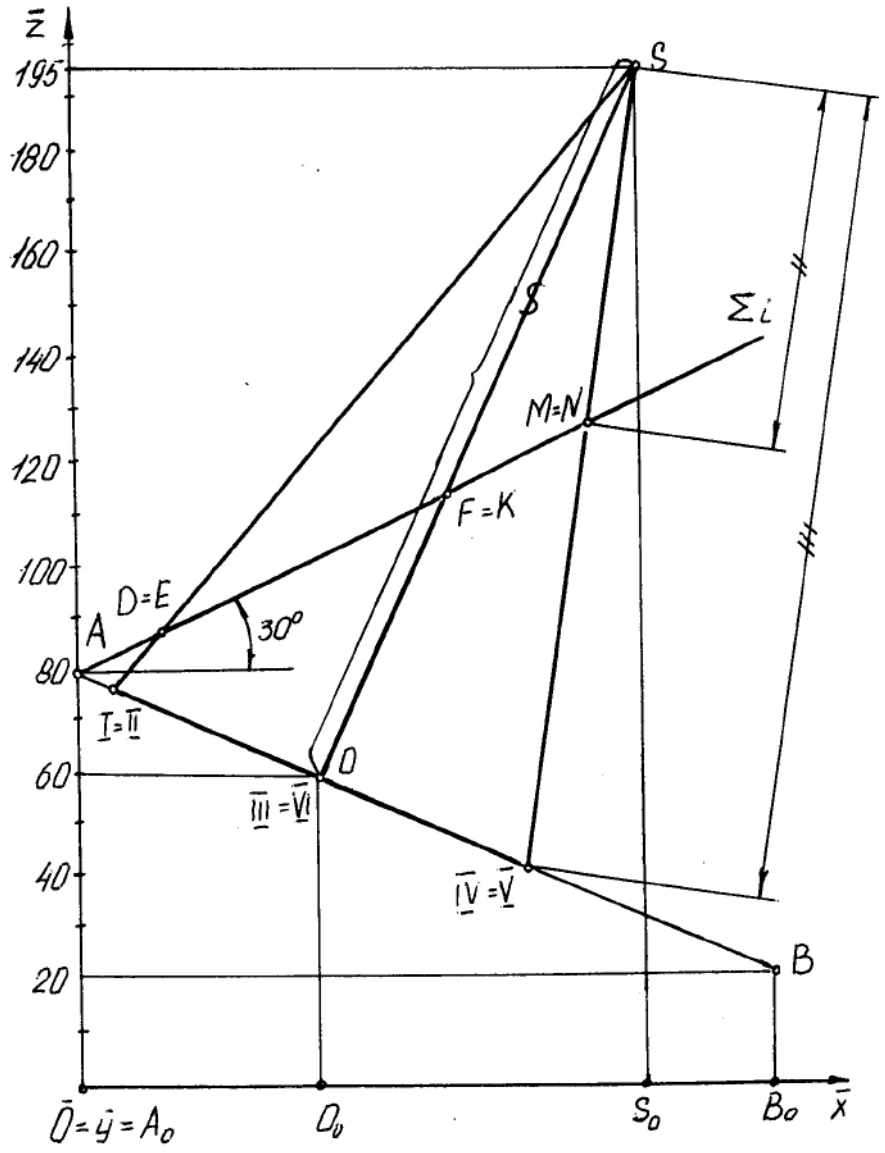


Рис. 4

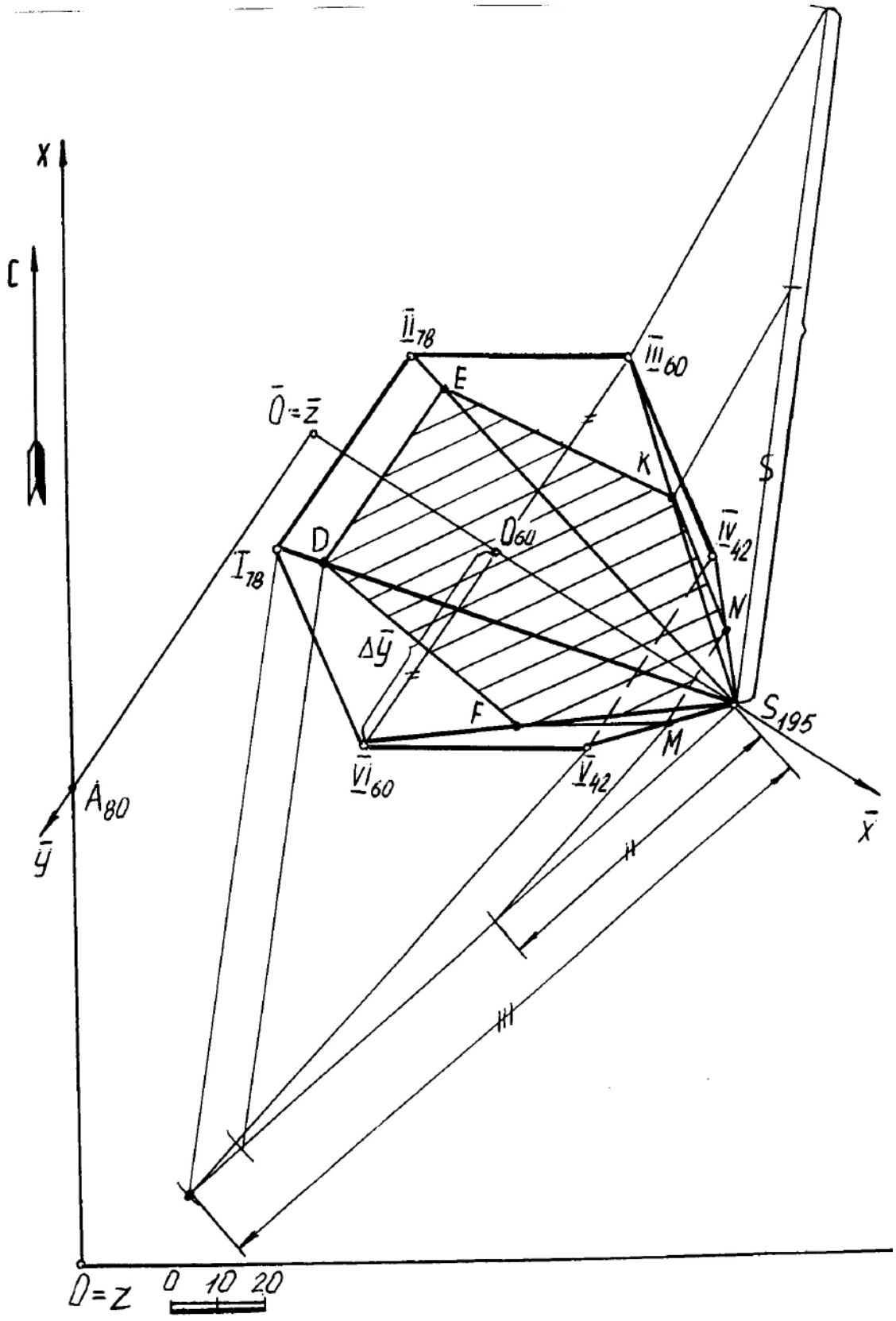

X
C
$\bar{I}_{78}$
$\bar{II}_{78}$
$\bar{III}_{60}$
$\bar{IV}_{42}$
$\bar{V}_{42}$
$\bar{VI}_{60}$
$\bar{O}=\bar{z}$
O_{60}
A_{80}
S_{195}
D
E
K
N
M
F
S
$\Delta\bar{y}$
$\bar{y}$
$\bar{x}$
H
III
$O=z$
0 10 20

Рис. 5

Полученные точки **D**, **E**, **F**, **N**, **M** лежат на проецирующих прямых (**DE**), (**FK**) (**NM**), являющихся горизонталями (см. рис. 4), поэтому на плане стороны сечения **DE** и **NM** параллельны горизонталям основания пирамиды, а точки **F** и **K** принадлежат одной горизонтали плоскости сечения (рис. 5).

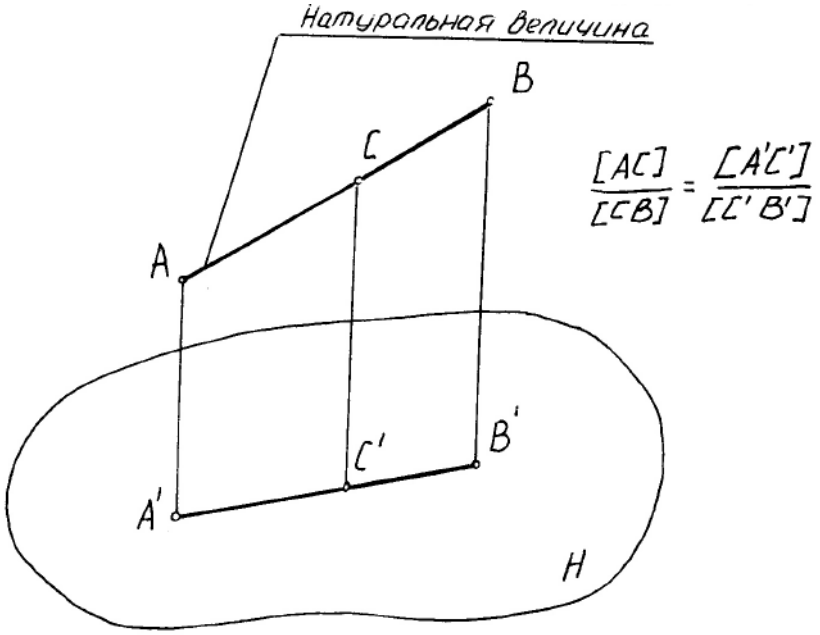


Рис. 6

Задача 1.3. Построение натуральной величины фигуры сечения

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся методом замены плоскостей проекций на профиле, т. к. сечение на этой проекции является проецирующим (рис. 7).

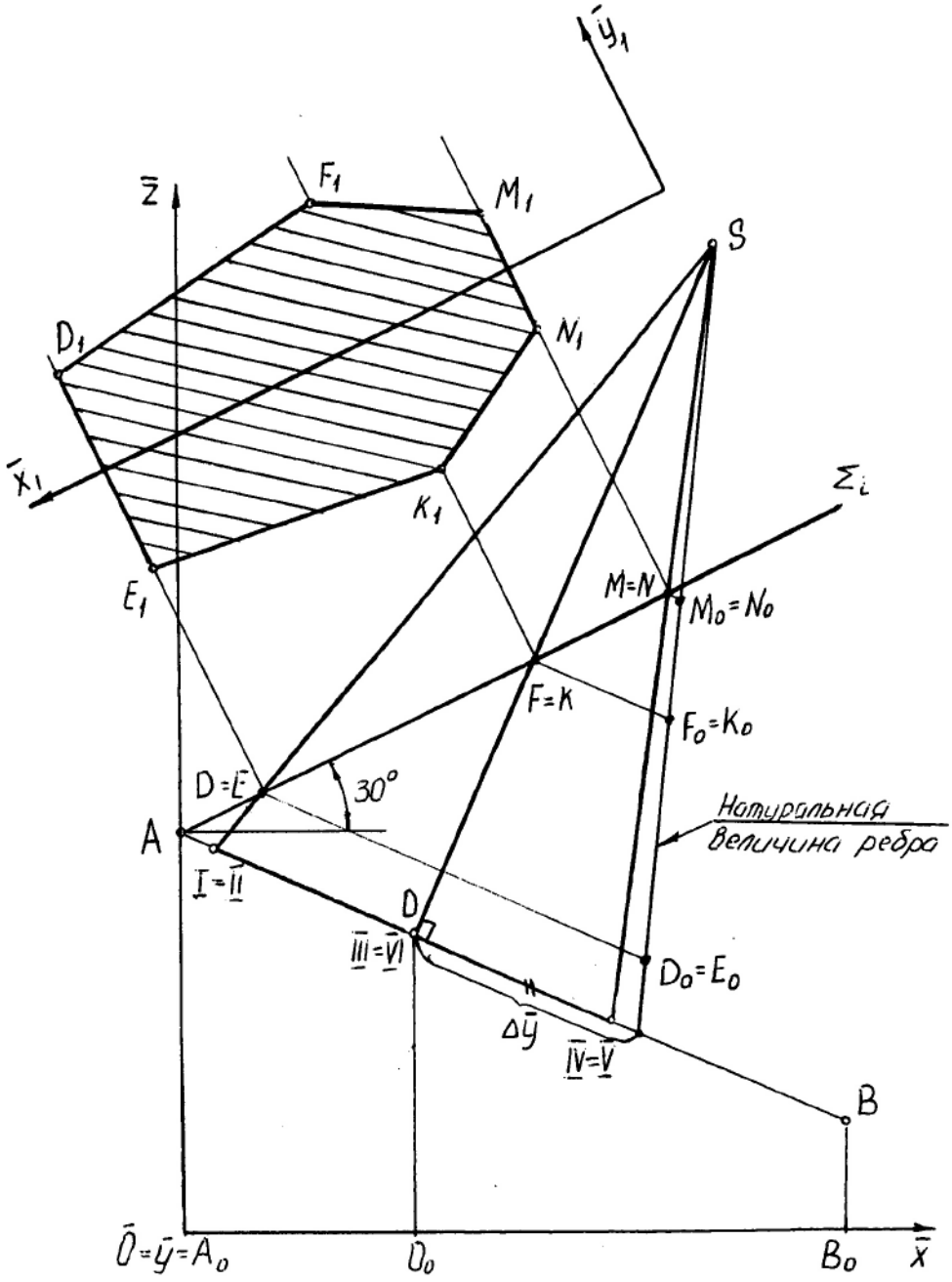


Рис. 7

Новую ось $\bar{x}_1$ выбираем параллельно секущей плоскости Σ_i в удобном для нас месте. Из точек **D,E,F,K,N,M** проводим линии связи перпендикулярно к оси $\bar{x}_1$, на которых откладываем (от оси $\bar{x}_1$) координаты $\bar{y}$ каждой точки, взятой с плана (рис. 5), причем точки E_1, K_1, N_1 имеют отрицательные координаты. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией и получаем натуральную величину фигуры сечения.

Задача 1.4 Построение развертки боковой поверхности пирамиды

Для построения развертки строим натуральную величину ребра правильной пирамиды на профиле (рис. 7) методом прямоугольного треугольника - одним катетом которого является ребро **S III** (**S YI**), другим катетом прямого угла, который совпадает с основанием пирамиды, является разность координат $\Delta \bar{y}$ концов отрезка, взятых с плана (рис.5). Гипотенуза прямоугольного треугольника есть натуральная величина всех ребер пирамиды.

Для определения линии сечения на развертке, на натуральную величину ребра переносим (в пропорциональном отношении) точки сечения $D_0E_0F_0K_0M_0N_0$ (рис. 7).

На свободном поле чертежа выбираем произвольную точку **S** и проводим дугу окружности радиусом, равным натуральной величине ребра пирамиды (рис. 8).

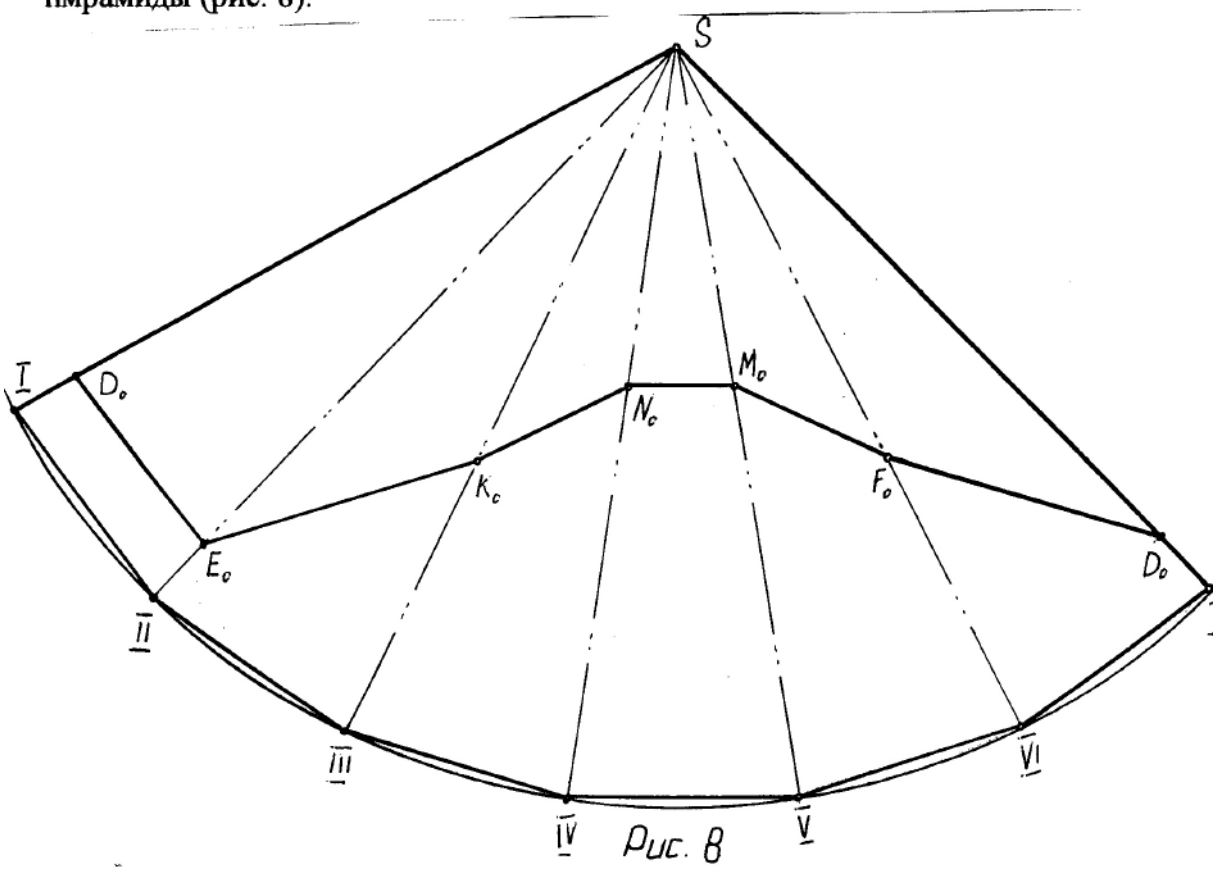


Рис. 8

На полученной дуге откладываем шесть одинаковых отрезков, равных стороне основания правильной пирамиды. Последовательно соединяем найденные точки и получаем развертку боковой поверхности пирамиды.

Для построения линии сечения на развертке переносим точки $\mathbf{D_0\ E_0\ F_0\ K_0\ N_0\ M_0}$, взятые с профиля натуральной величины (рис. 7), на соответствующие ребра развертки пирамиды. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией. Построение развертки боковой поверхности пирамиды осуществляется таким образом, так как у правильной пирамиды все боковые ребра одинаковые.

Пример 2

Задание:

В проекциях с числовыми отметками:

1.Построить трехгранную призму, основание которой принадлежит плоскости **OAB**. Точка **O** - центр описанной окружности правильного треугольника нижнего основания, одна сторона которого параллельна основной плоскости проекций H_0. Радиус описанной окружности **R**=50.

Точка **O′** - центр описанной окружности правильного треугольника (тяжести) верхнего основания. Координаты точек:

точка **O** (150; 90; 60);

точка **O′** (100; 120; 190);

точка **A** (100; 0; 80);

точка **B** (25; 110; 20).

2.Построить сечение заданной призмы плоскостью Σ_i. Плоскость Σ_i проходит через точку **L** и перпендикулярна к боковым ребрам призмы. Точка **L** задана координатами: **L** (110; 160; 70).

3.Построить натуральную величину фигуры сечения призмы плоскостью Σ_i .

4.Построить развертку боковой поверхности призмы с нанесением линии сечения.

Задача 2.1 Построение призмы

По заданным координатам на плане строим точки **O**, **A**, **B**, **O′**. В плоскости **Δ OAB** находим горизонталь, проходящую через точку **O** (см. задачу 1.1).

Для построения нижнего основания призмы на плане строим профиль плоскости **OAB** методом замены плоскостей проекций (рис. 9) и натуральную величину правильного треугольника **I II III** (рис. 10).

На плане (рис. 9) наносим новую декартову систему координат **Oxyz**, где ось **x** перпендикулярна горизонтали плоскости $O_{60}C_{60}$ (выбирается в удобном для нас месте). Ось **y** перпендикулярна оси **x** и проходит через точку **A**.

В новой системе координат **Oxyz**, строим профиль плоскости нижнего основания, проходящие через точки $A_1O_1B_1$ (при правильном построении эти точки лежат на одной прямой). На построенном профиле находим нижнее основание призмы (рис. 9). Причем, сторона II_1-III_1 на профиле проецируется в точку (по заданию). На профиле определяем высотные отметки точек нижнего основания. Полученные точки с помощью линий связи переносим на план (сторона **II-III** проецируется в натуральную величину, а вершина **I** находится на линии ската, которая проходит через точку O_{60}). Точки I_{40} II_{70} III_{70} определяют нижнее основание призмы.

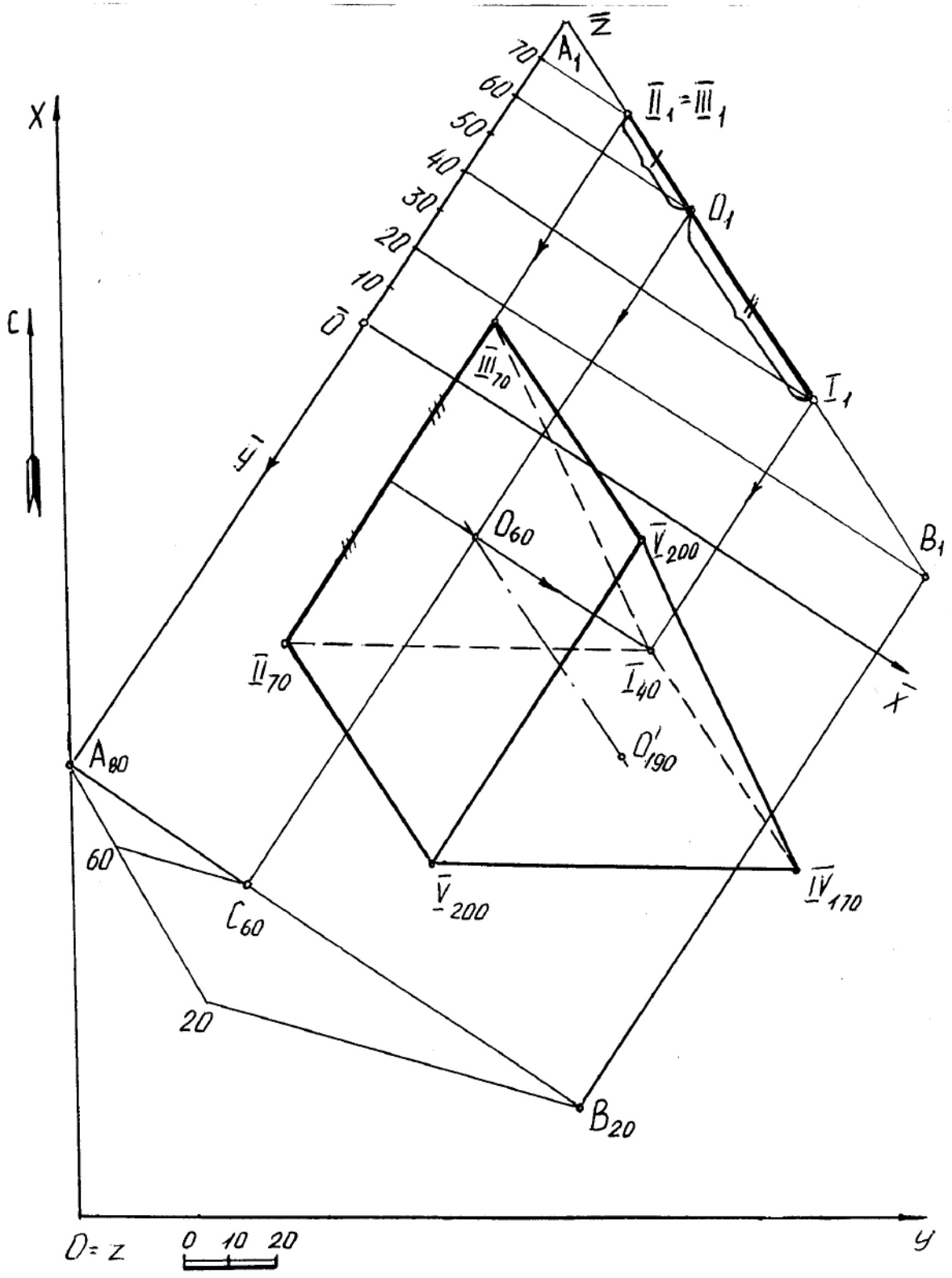

z
70
60
50
40
30
20
10
0
A1
II1 = III1
O1
III70
I1
B1
O60
V200
II70
I40
x
A80
O'190
60
C60
V200
IV170
20
B20
x
c
y'
0 = z
0 10 20
y

Рис 9

Строим центр описанной окружности (центр тяжести) верхнего основания призмы **O′** по заданным координатам. Соединяем точки **O** и **O′** прямой линией. Из точек **I II III** нижнего основания призмы проводим прямые, параллельные и равные оси призмы **OO′**. Найденные точки **IV V VI** определяют верхнее основание искомой призмы. Последовательно соединяем найденные точки ломаной линией и определяем видимость ребер построенной призмы.

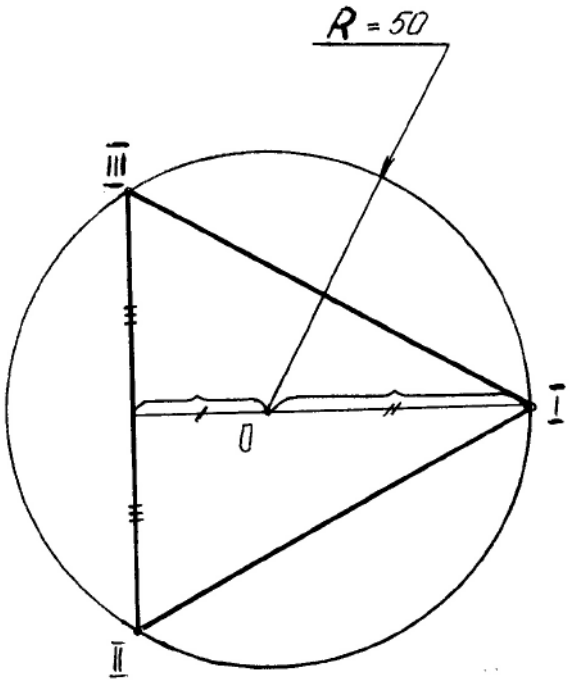


Рис 10

Задача 2.2. Сечение призмы плоскостью

По заданным координатам на плане строим точку L, через которую проходит плоскость Σi, перпендикулярная к боковым ребрам призмы (рис. 11).

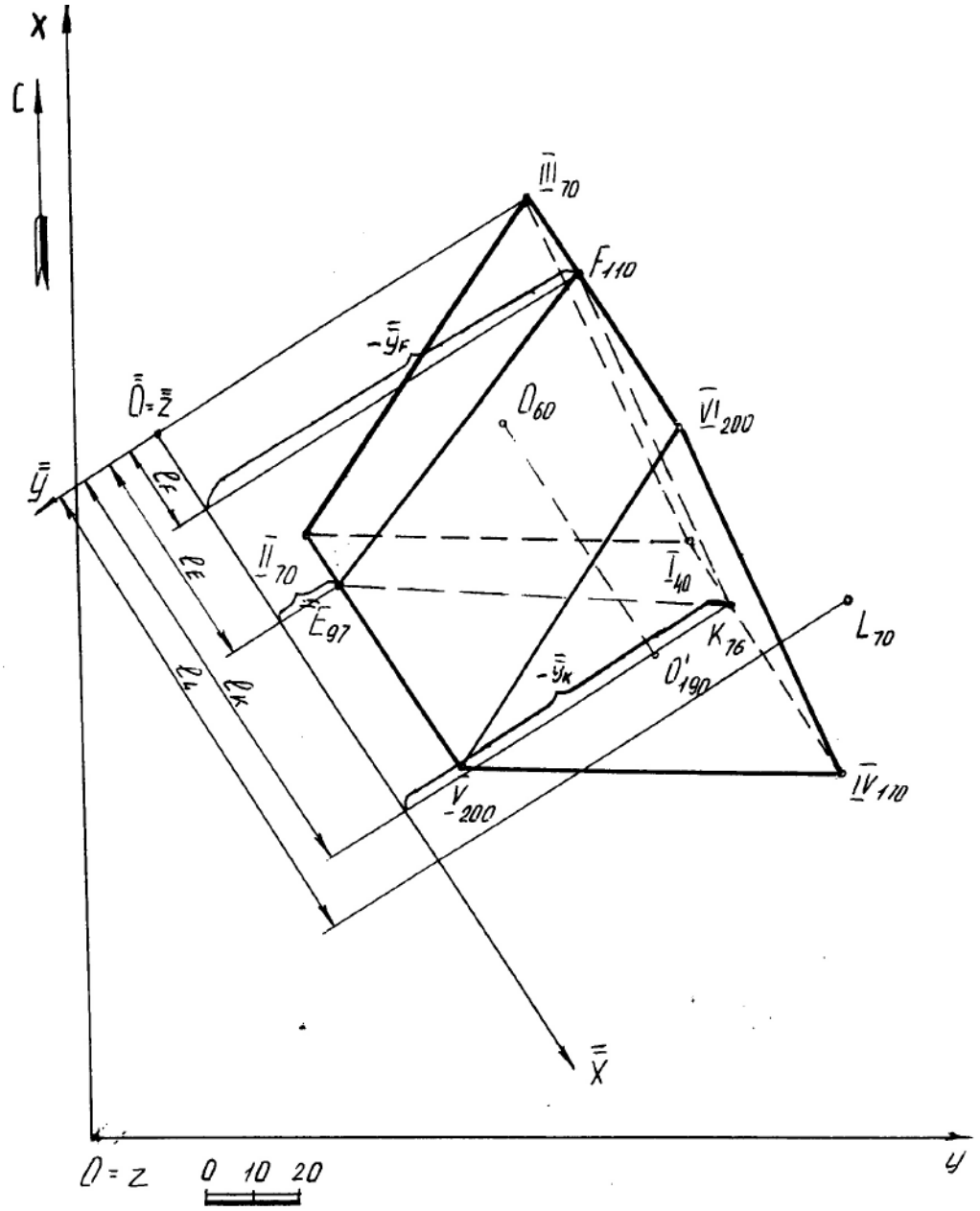


Рис. 11

Для нахождения плоскости Σ_i и сечения призмы этой плоскостью вводим новую декартову систему координат $\overline{Oxyz}$ таким образом, чтобы боковые ребра призмы в этой системе (профиле) проецировались в натуральную величину. Следовательно, ось $\bar{x}$ на плане проводим параллельно

боковым ребрам, ось $\bar{\bar{y}}$ перпендикулярна оси $\bar{\bar{x}}$ и проходит через точку $\mathbf{III_{70}}$. Ось $\bar{\bar{z}}$ совпадает с началом отсчета новой системы координат $\bar{\bar{O}}$ (рис. 11).

На свободном поле чертежа строим профиль призмы и секущей плоскости Σ_i в системе $\overline{\overline{Oxyz}}$ (рис. 12). Секущая плоскость Σ_i проходит через точку **L** и проецируется в виде прямой, перпендикулярной к боковым ребрам призмы (по заданию). Найденное сечение **FEK** переносим на план с помощью интервалов ($\mathbf{l_F}$, $\mathbf{l_E}$, $\mathbf{l_K}$) и принадлежности. Определяют видимость сечения (если грань является видимой, то и линия, принадлежащая ей, видима).

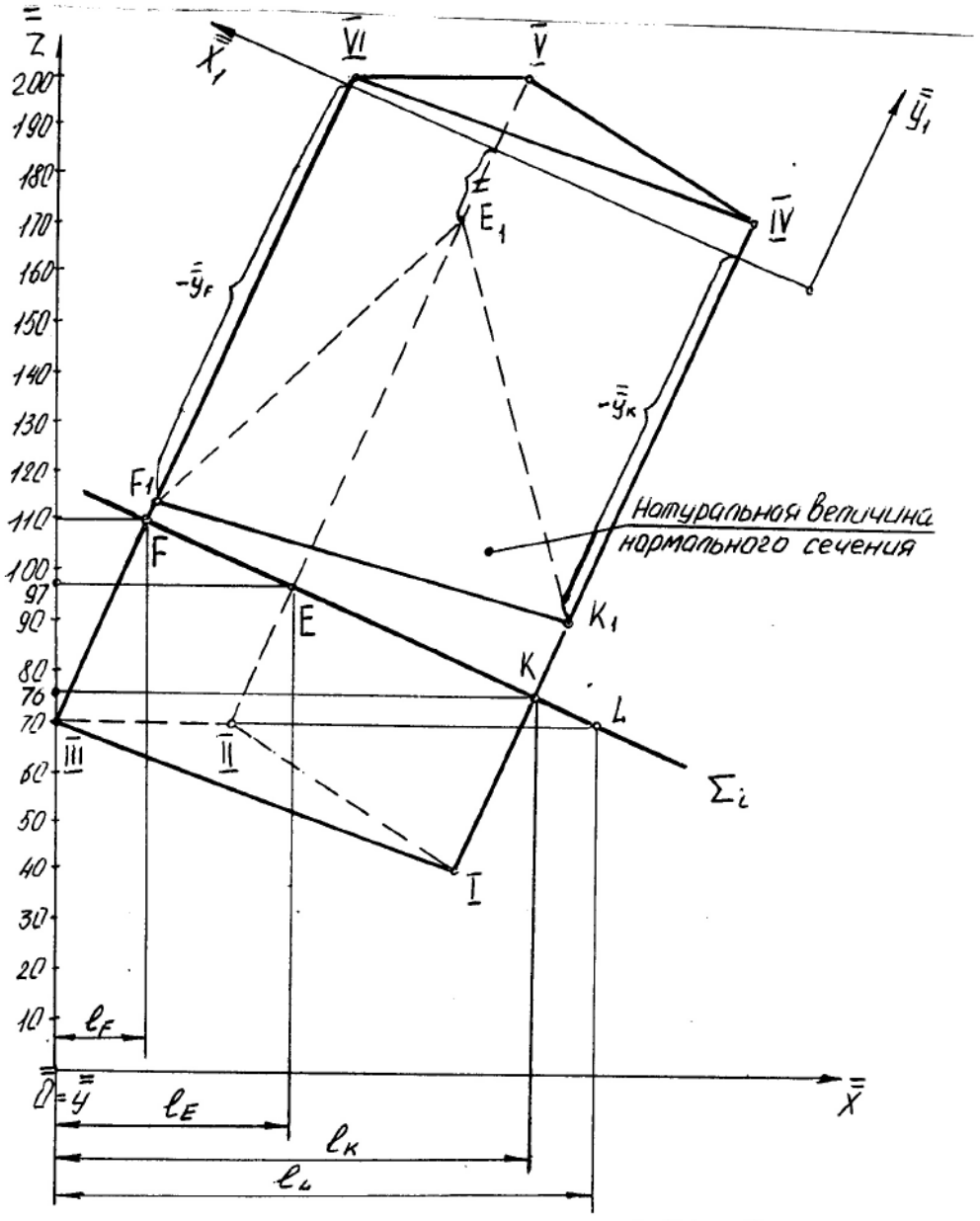


Рис. 12

Задача 2.3 Построение натуральной величины фигуры сечения (нормального сечения)

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся методом замены плоскостей проекций на профиле (рис.12), т.к. сечение на этой проекции является проецирующим. Новую ось $\overline{\overline{x}}_1$ выбираем параллельно секущей плоскости Σ_i в удобном для нас месте. Из точек **F**, **E**, **K** проводим линии связи, перпендикулярные к $\overline{\overline{x}}_1$, на которых откладываем (от оси $\overline{\overline{x}}_1$) координаты $\overline{\overline{y}}$, взятые с плана (рис. 11). Причем, координаты $\overline{\overline{y}}$ точек являются отрицательными. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией и получаем натуральную величину фигуры сечения.

Задача 2.4 Построение развертки боковой поверхности призмы

Для построения развертки боковой поверхности призмы воспользуемся методом нормального сечения, т.к. плоскость Σ_i проходит перпендикулярно к боковым ребрам призмы, поэтому сечение **FEK** является нормальным. На свободном поле чертежа разворачиваем в прямую линию натуральную величину нормального сечения. Через точки **FEKF** проводим вертикальные линии и откладываем на них (от этих точек) расстояния, равные натуральной величине ребер до верхнего и нижнего основания призмы, взятые с профиля (рис. 13). Найденные точки последовательно соединяют ломаной линией.

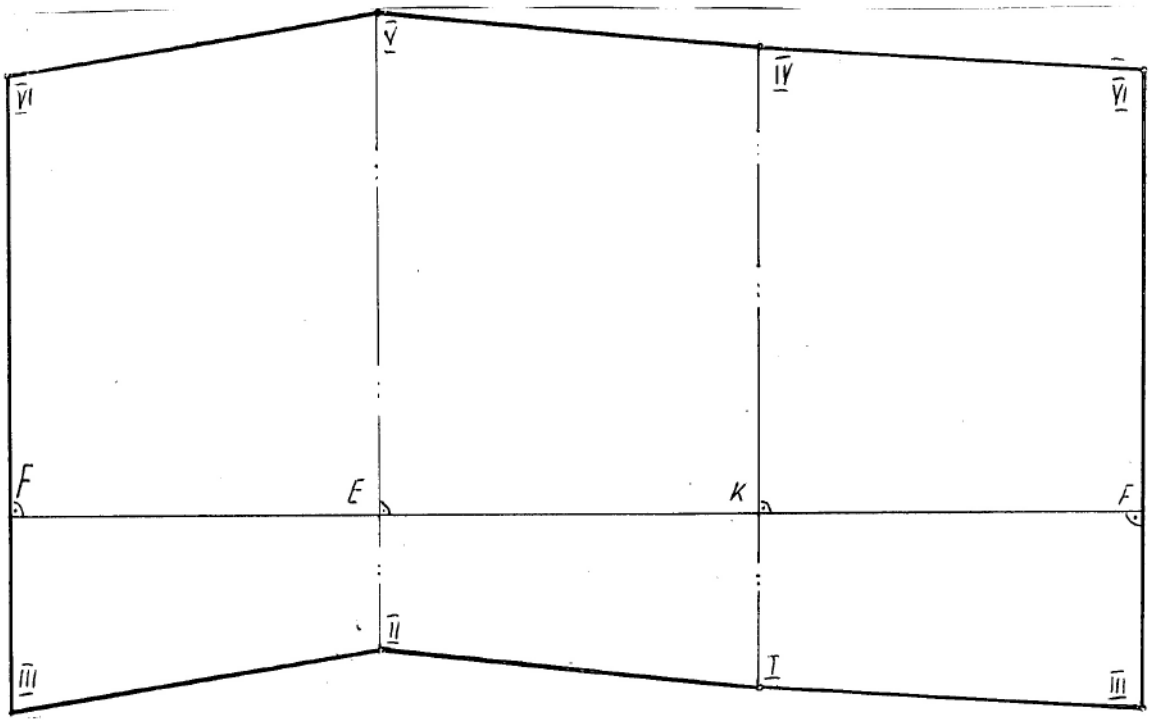


Рис. 13

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА 1

Номер варианта	Секущая плоскость (угол падения) Σ_i	Пирамида		
		сторона основания (a)	высота (h)	Координаты точек A, B, O
1	30°	40	150	
3	25°	45	150	
5	20°	50	150	$x_A = 100$
7	15°	55	150	A: $y_A = 0$
9	10°	60	150	$z_A = 80$
11	0°	40	155	
13	5°	45	155	
15	10°	50	155	$x_B = 25$
17	15°	55	155	B: $y_B = 110$
19	20°	60	155	$z_B = 20$
21	5°	40	160	
23	10°	45	160	
25	15°	50	160	$x_O = 150$
27	20°	55	160	O: $y_O = 90$
29	25°	60	160	$z_O = 60$
31	30°	40	150	$x_A = 100$
33	25°	45	150	A: $y_A = 0$
35	20°	50	150	$z_A = 80$
37	15°	55	150	$x_B = 30$
39	10°	60	150	B: $y_B = 115$
41	0°	40	155	$z_B = 250$
43	5°	45	155	$x_O = 140$
45	10°	50	155	O: $y_O = 80$

				$z_O = 50$

Продолжение табл. 1

Номер варианта	Призма												Нормальная плоскость		
	R	O			O’			A			B			L		
		x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
2	40	100	50	50	65	125	180	150	30	100	100	130	30	30	110	50
4	40	100	55	50	65	130	185	150	35	100	100	125	30	35	110	55
6	45	100	60	60	65	140	190	150	40	100	100	120	30	30	110	60
8	45	100	65	65	65	145	180	150	20	100	100	115	30	30	110	65
10	50	100	70	70	65	150	170	150	15	100	100	110	30	30	110	65
12	50	150	90	60	95	115	195	110	0	70	20	120	25	105	155	75
14	55	145	85	60	110	120	190	100	0	80	25	110	20	110	160	75
16	45	155	85	60	95	115	195	105	0	80	15	105	20	100	150	80
18	50	110	50	45	50	130	160	160	5	110	110	105	40	30	100	50
20	45	110	55	50	50	135	165	160	10	110	110	110	40	25	100	45
22	40	110	60	55	50	140	170	160	15	110	110	115	40	20	100	55
24	35	110	65	60	50	145	175	160	20	110	110	120	40	35	100	60
26	50	110	70	65	50	150	180	160	25	110	110	125	40	30	100	45
28	40	95	40	60	120	130	160	170	0	120	120	100	50	80	130	60
30	35	95	45	65	120	135	165	170	5	120	120	105	50	85	135	65
32	40	95	50	70	120	140	170	170	10	120	120	110	50	90	140	70
34	40	95	55	75	120	145	175	170	15	120	120	115	50	80	130	70
36	35	95	60	80	120	150	180	170	20	120	120	120	50	85	135	60
38	35	80	30	55	130	135	185	140	10	90	90	110	20	80	150	70
40	30	80	35	60	130	140	190	140	15	90	90	115	20	85	150	75
42	35	80	30	65	130	145	195	140	20	90	90	120	20	80	150	70
44	40	80	35	70	130	150	100	140	25	90	90	125	20	85	150	75
46	40	80	40	75	130	150	105	140	30	90	90	130	20	90	150	80

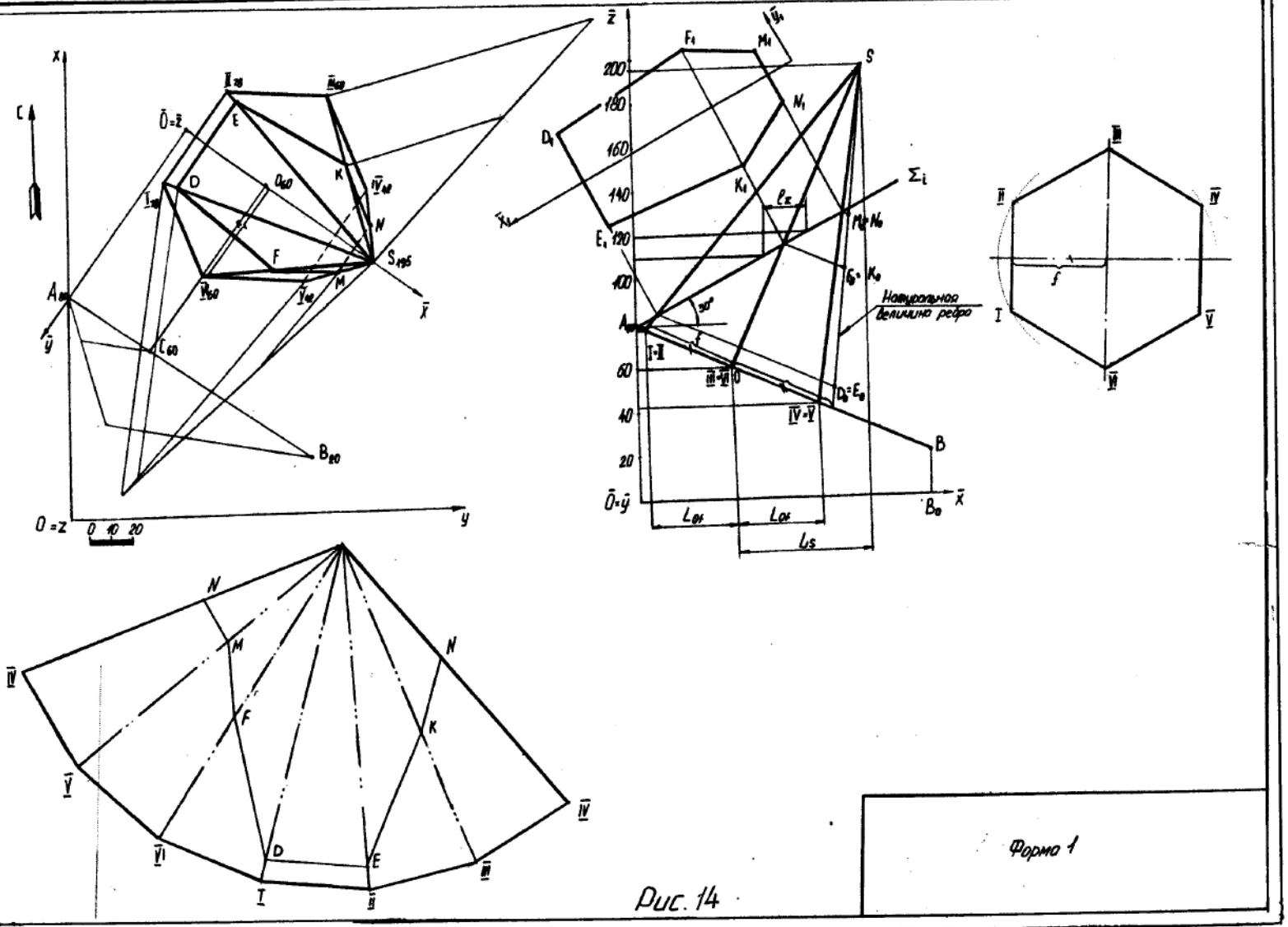


Рис. 14

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной графической
работы «Эпюр № 2» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректура кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8
Печ. л. 1,6 Уч. - изд. 1,39. Тираж 150 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральская государственная горно-геологическая академия
Лаборатория множительной техники

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Горно-технологического факультета
_____Н. В. Колчина

Е. И. Шангина

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

ЭПЮР №1

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ

Екатеринбург, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ 5
2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЭПЮРА 5
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА 7
4. ПРИЛОЖЕНИЕ 1 15
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 16

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие «Эпюр № 1выполнено на основе учебного пособия А. И. Образцова, изданного в 1953 году.

Данное пособие предназначено для оказания помощи студентам при выполнении графической работы «Эпюр №1» по курсу «Начертательная геометрия».

Цель работы - научиться строить линию пересечения заданных плоских фигур, определять видимость этих фигур на проекциях.

Графическая работа «Эпюр №1» является первым самостоятельным заданием студента по дисциплине «Начертательная геометрия». Для выполнения этой работы студент должен изучить следующие разделы начертательной геометрии: «Точка и прямая», «Плоскость», «Взаимное положение прямой и плоскости», «Взаимное положение двух плоскостей».

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Графическая работа «Эпюр №1» выполняется в масштабе 1:1 на формате А3 (297×420 мм). В правом нижнем углу формата А3 студент выполняет основную надпись – форма 1 по ГОСТ 2.104-68. Пример заполнения основной надписи приведен в Приложении I. В левом верхнем углу формата выполняется дополнительная графа 26 (14×70 мм). Пример выполнения графической работы дан в Приложении I.

В соответствии с ГОСТ 2.303-68 задание выполняется следующими типами линий:

- линии видимого контура толщиной S, равной 0,6÷0,8 мм;
- линии построения – сплошные тонкие, толщиной от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$;
- линии невидимого контура – штриховые, толщиной от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$;
- следы вспомогательных плоскостей-посредников изображаются разомкнутыми линиями, длиной 8-10 мм, толщиной от 1,5 *S* до 2*S*.

2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЭПЮРА

Вариант задания включает в себя три различные геометрические плоские фигуры:

- фигура № 1 задана координатами трех точек, фигура № 2 (многоугольник) полностью задана координатами трех точек и оставшимися точками, у которых одна из координат заменяется условием их принадлежности к плоской фигуре № 2;

- фигура № 3 занимает проецирующее положение (фронтально-проецирующее или горизонтально-проецирующее) и задается очерком в виде кольца, серпа, круга или его части.

Выполнение эпюра состоит из графического решения нескольких задач:

1) достроить недостающую проекцию многоугольника;
2) построить проекции линии пересечения треугольника *ABC* и многоугольника;
3) построить проекции линии пересечения: треугольника с плоскостью частного положения; многоугольника с плоскостью частного положения;
4) определить видимость элементов фигур на чертеже, считая фигуры непрозрачными.

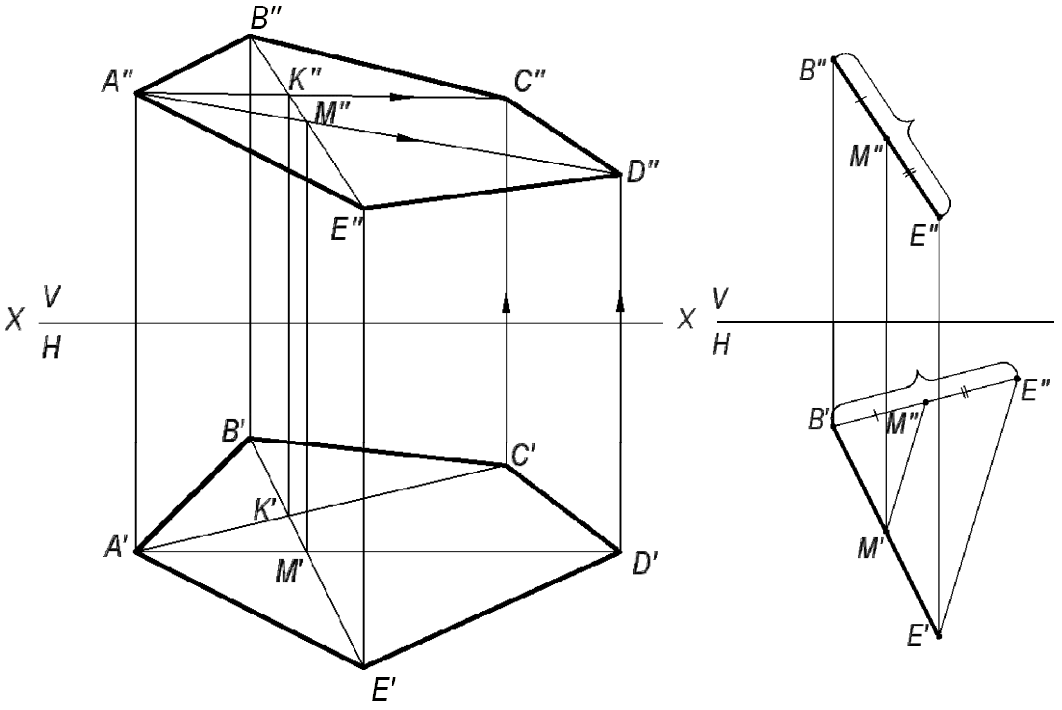
Исходные данные заданы численными значениями координат и сведены в таблицу.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА

Для выполнения графической работы студенту необходимо решить ряд задач.

Задача 1. Построение исходного чертежа многоугольника (рис. 1).

Горизонтальная проекция многоугольника *ABCDE* задана полностью, а фронтальная проекция только тремя проекциями точек *A″B″E″*. Необходимо достроить фронтальную проекцию точек *C* , *D*. При построении недостающей проекции заданного многоугольника необходимо соблюдать условие принадлежности точек данной фигуры к плоскости. Чтобы точки *C, D* лежали в плоскости, определенной тремя точками *A*, *B* и *E*, необходимо, чтобы они находились на прямых, лежащих в этой плоскости. Этими прямыми являются диагонали *AC*, *AD* и *BE*, горизонтальные проекции которых можно построить (рис. 1*а*).



а) *б*)

Рис. 1. Построение исходного чертежа многоугольника:

а- построение недостающих проекций вершин многоугольника; *б*- пропорциональное деление отрезка *BE*

На фронтальной проекции пятиугольника проводят проекцию диагонали *B″E″*. В плоскости пятиугольника лежат точки пересечения диагоналей *K* и *M*, горизонтальные проекции которых *K′* и *M′* имеются, а фронтальные проекции получаются в результате пересечения линий проекционной связи, проведенных из *K′* и *M′*, с диагональю *B″E″*. По двум точкам строятся фронтальные проекции других двух диагоналей *A″K″* и *A″M″*, на них должны лежать проекции точек *C″* и *D″*, которые определяются по их горизонтальным проекциям.

В случае, если линия совпадает по направлению с линией проекционной связи или круто наклонена к оси проекций, то недостающая проекция точки строится из условия пропорционального деления отрезка: если точка делит отрезок на пропорциональные части, то проекция этой точки делит проекции этого отрезка в том же отношении. На рис. 1*б* нужно построить горизонтальную проекцию точки *M′*. Из проекции точки *B′* проводят линию под углом меньше 90° к *B′E′* и на ней от проекции точки *B′* откладывают отрезки равные *B″M″* и *B″E″*. Соединяют *E′* и *E″* и параллельно этому направлению проводят от M″ линию до пересечения с *B′E′*. Получают искомую горизонтальную проекцию *M′*.

Задача 2. Построить точку пересечения прямой *MN* с плоскостью треугольника *ABC*.

Если прямая линия не параллельна плоскости, то она пересекает эту плоскость в действительной точке (см. рис. 2).

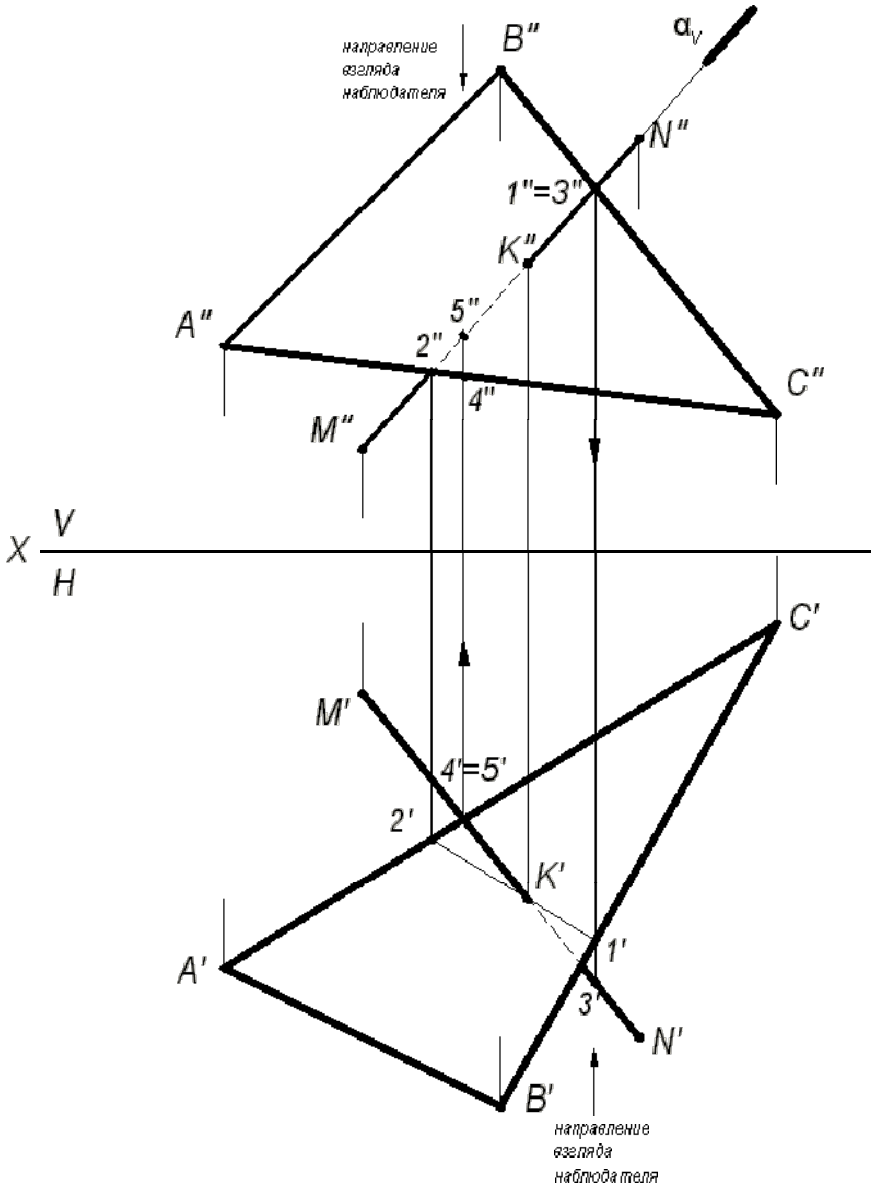


Рис. 2. Построение точки пересечения прямой с плоскостью

Алгоритм решения задачи:

1) Через заданную прямую *MN* проводим вспомогательную плоскость-посредник α, перпендикулярную фронтальной плоскости проекций. Следовательно, на фронтальной плоскости проекций *V* все точки плоскости-посредника α будут проецироваться в прямую линию, совпадающую с фронтальной проекцией прямой *M″N″*.

2) Находим линию пересечения вспомогательной плоскости-посредника α с заданной плоскостью треугольника *ABC*. На чертеже линия (1,2).

3) Находим искомую точку пересечения *K* прямой *MN* с плоскостью треугольника *ABC*. Она определяется как пересечение искомой прямой с найденной линией пересечения вспомогательной плоскости-посредника с плоскостью треугольника *ABC*.

Определение видимости на чертеже.

В начертательной геометрии плоскости считаются непрозрачными, поэтому необходимо на проекциях определить видимость.

Для определения видимости на чертеже используем метод конкурирующих точек, сущность которого заключается в выборе двух скрещивающихся прямых.

Для определения видимости на фронтальной плоскости проекций *V* поступают так. Выбираем две скрещивающиеся прямые *B″C″* и *M″N″*, фронтальные проекции которых пересекаются в точках 1 и 3. По горизонтальной проекции определяем, что проекция точки 3′, лежащая на проекции прямой *M′N′*, будет закрывать проекцию точки 1′, лежащую на проекции прямой *B′C′*, т. к она будет ближе к наблюдателю. На чертеже направление взгляда наблюдателя показано стрелкой. Следовательно, на фронтальной плоскости проекций проекция *M″N″* будет закрывать проекцию *B″C″*. Границей видимости является проекция точки пересечения К″.

Для определения видимости на горизонтальной плоскости проекций *H* выбираем две скрещивающиеся прямые *A′C′* и *M′N′*, горизонтальные проекции которых пересекаются в точках 4′ и 5′. По фронтальной проекции определяем, что проекция точки 5″, лежащая на проекции прямой *M″N″*, будет закрывать проекцию точки 4″, лежащую на проекции прямой *A″C″*, т. к. она будет ближе к наблюдателю. На чертеже направление взгляда наблюдателя показано стрелкой. Следовательно, на горизонтальной плоскости проекций проекция *M′N′* будет закрывать проекцию *A′C′*. Границей видимости является проекция точки пересечения *K′*.

Задача 3. Построение линии пересечения двух плоскостей, одна из которых занимает частное положение.

Даны две плоскости: плоскость Δ*ABC* – плоскость общего положения, плоскость Δ*DEK* – плоскость частного положения, которая расположена перпендикулярно фронтальной плоскости проекций (рис. 3).

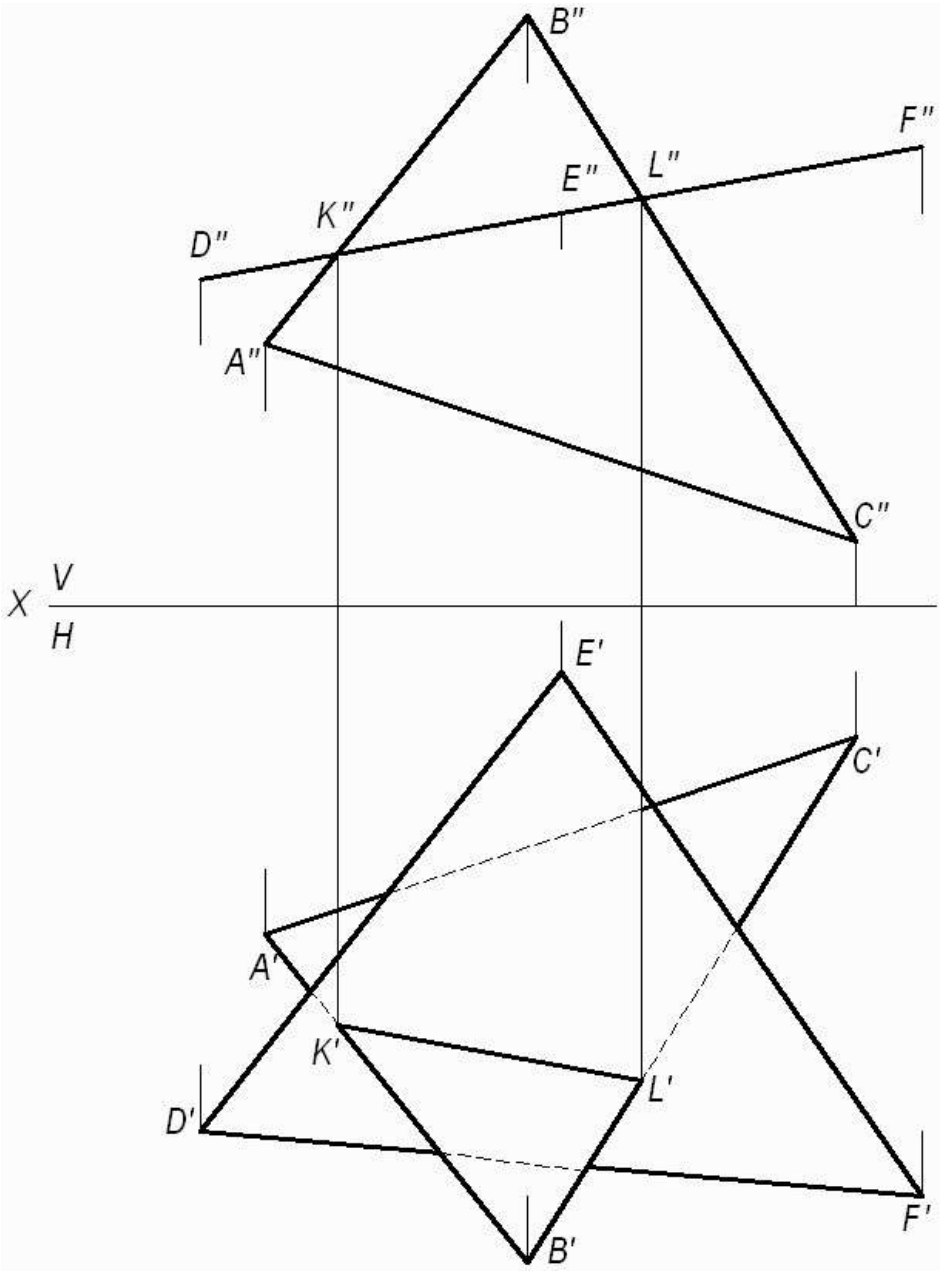


Рис. 3. Построение линии пересечения двух плоскостей, одна из которых занимает частное положение

Фронтальная проекция Δ*DEK* совпадает с фронтальным следом плоскости и фронтальной проекцией линии пересечения треугольников.

(*KL*) - линия пересечения двух треугольников. Проекции этой линии пересечения – фронтальную и горизонтальную строят исходя из свойства принадлежности точек *K* и *L* сторонам (*AB*) и (*BC)*, соответственно. Видимость треугольников на горизонтальной плоскости проекций определяем методом конкурирующих точек, рассмотренном в задаче 2.

Задача 4. Построение линии пересечения двух плоскостей общего положения.

Даны две плоскости общего положения, заданные треугольниками *ABC* и *DEK*. Построить линию пересечения двух треугольников, определить видимость треугольников на проекциях.

Прямая линия, получаемая при взаимном пересечении двух плоскостей, определяется двумя точками, каждая из которых одновременно принадлежит обеим плоскостям. Общие точки определяются решением основной позиционной задачи начертательной геометрии – построение точки пересечения прямой с плоскостью (см. рис. 2).

Для решения данной задачи проводят вспомогательные плоскости-посредники частного положения (проецирующие плоскости). Решение задачи приведено на рис. 4.

Алгоритм решения задачи:

1. Определяют первую точку линии пересечения двух треугольников – точку *M*.

1.1. Фронтально-проецирующая плоскость α проведена через сторону *DK* и задана на чертеже фронтальным следом α_V.

1.2. Плоскость α пересекает плоскость треугольника *ABC* по прямой (1,2), на чертеже строят две проекции этой прямой.

1.3. Прямая (1,2) пересекает сторону *DK* в точке *M*, строят две проекции точки *M*″ и *M*′.

2. Определяют вторую точку искомой линии пересечения двух треугольников – точку *N*.

2.1. Горизонтально-проецирующая плоскость β проведена через сторону *AB* и задана на чертеже горизонтальным следом β_H.

2.2. Плоскость β пересекает плоскость треугольника *DEK* по прямой (3,4), на чертеже строят две проекции этой прямой.

2.3. Прямая (3,4) пересекает *AB* в точке *N*, строят две проекции точки *N*″ и *N*′.

Плоскости треугольников *ABC* и *DEK* пересекаются по прямой *MN*.

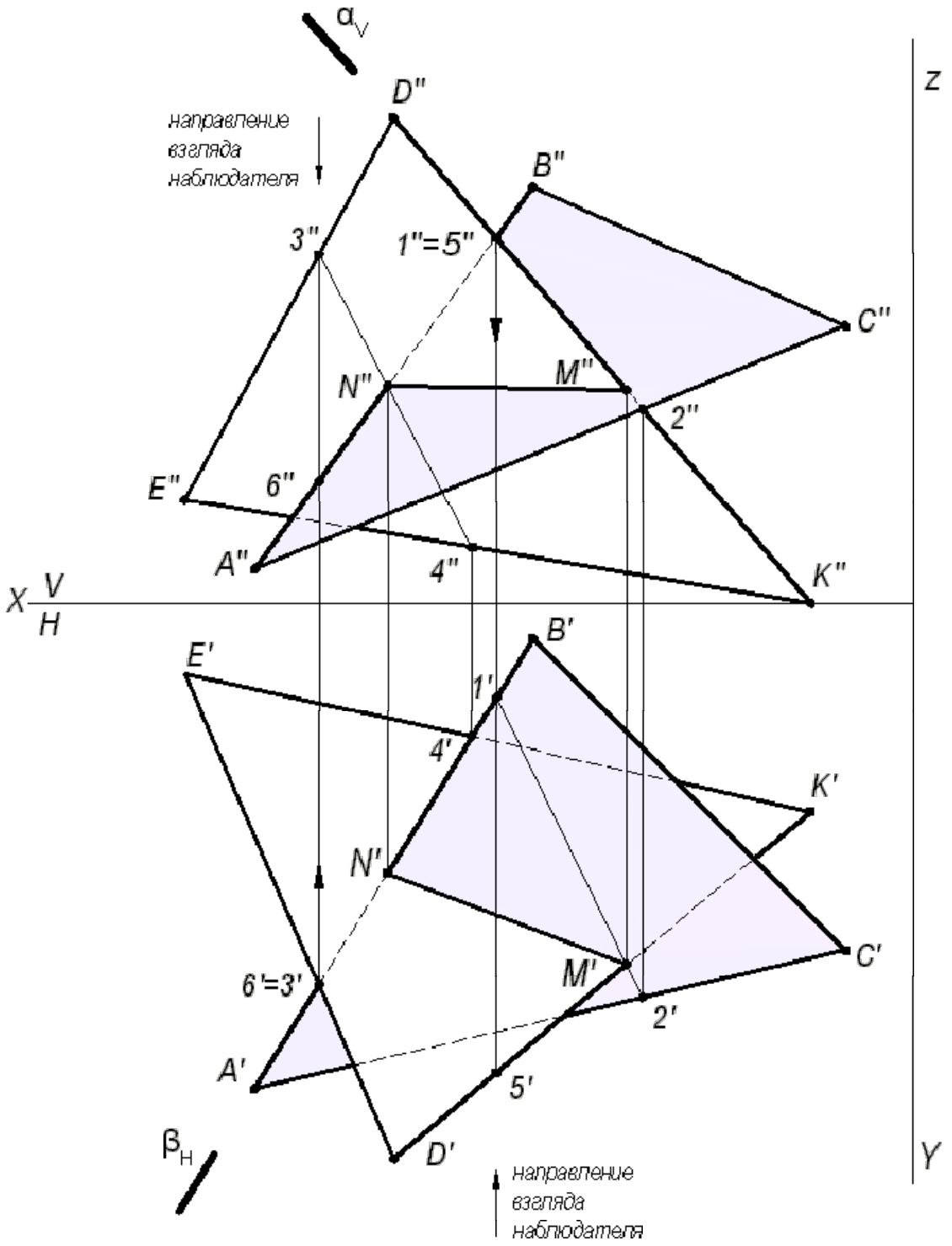


Рис. 4. Построение линии пересечения двух треугольников

3. Видимость плоских фигур на проекциях определяют методом конкурирующих точек.

Для определения видимости на фронтальной плоскости проекций *V* выбираем две скрещивающиеся прямые *D″K″* и *A″B″*, фронтальные проекции которых пересекаются в точках 1″ и 5″. По горизонтальной проекции определяем, что проекция точки 5′, лежащая на проекции прямой *D′K′*, будет закрывать про-

екцию точки 1′, лежащую на проекции прямой *A′B′*, т. к. она будет ближе к наблюдателю. Следовательно, на фронтальной плоскости проекция *D″K″* будет закрывать проекцию *A″B″*. Границей видимости является проекция линии пересечения *M″N″*.

Для определения видимости на горизонтальной плоскости проекций *H* выбираем две скрещивающиеся прямые *A′B′* и *D′E′*, горизонтальные проекции которых пересекаются в точках 3′ и 6′. По фронтальной проекции определяем, что проекция точки 3″, лежащая на проекции прямой *D″E″*, будет закрывать проекцию точки 6″, лежащую на проекции прямой *A″B″*, т.к. она будет ближе к наблюдателю. Следовательно, на горизонтальной плоскости проекция *D′E′* будет закрывать проекцию *A′B′*. Границей видимости является проекция линии пересечения *N′M′*.

Задача 5. Построить две проекции линии пересечения плоскости α - общего положения, заданной следами и плоскости β - общего положения, заданной параллельными прямыми *a* и *b*.

Для решения данной задачи проводят вспомогательные плоскости-посредники частного положения (плоскости уровня), пересекающие заданные плоскости по прямым, недостающие проекции которых легко строятся и пересекаются в пределах чертежа.

Графическое решение задачи приведено на рис. 5.

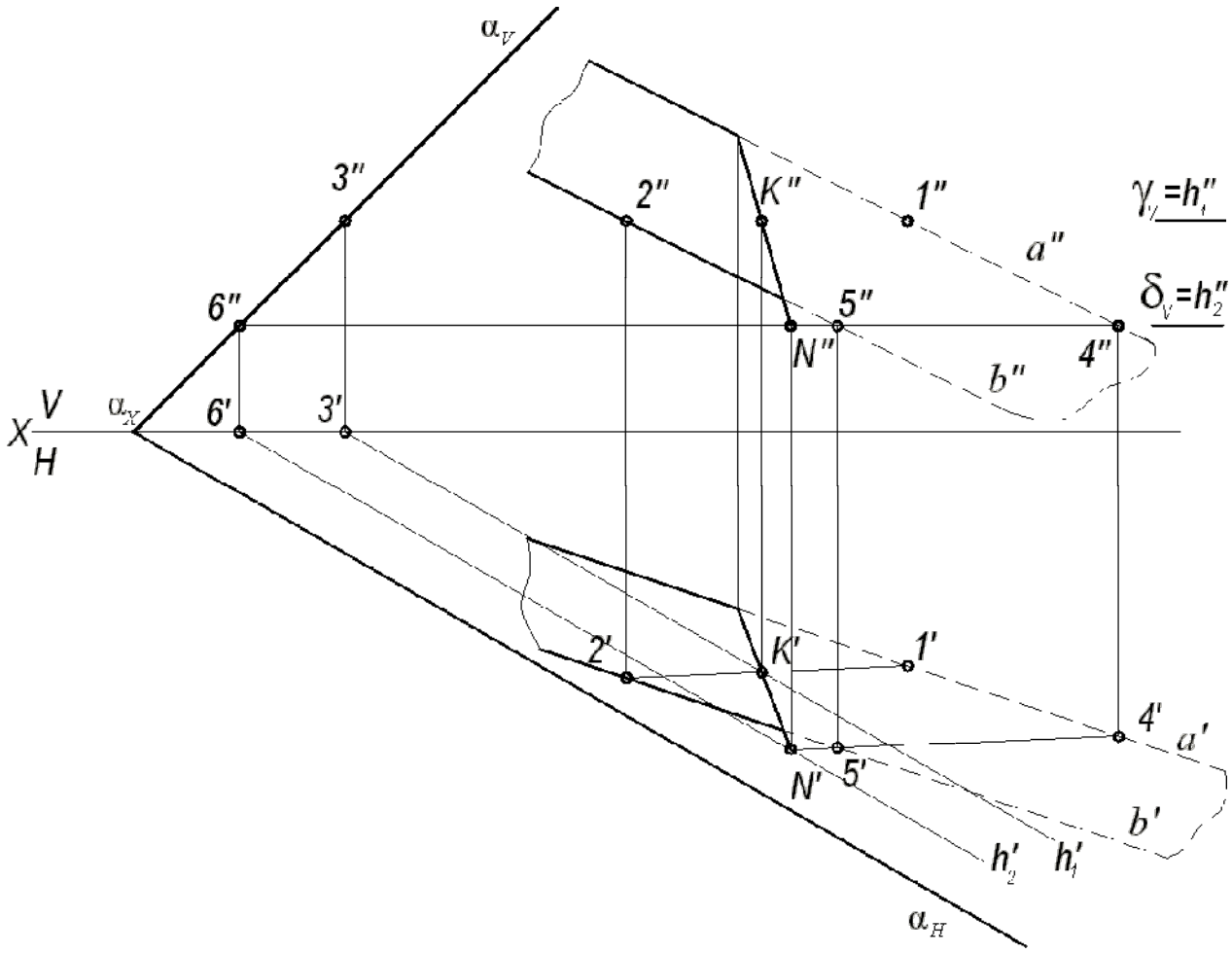
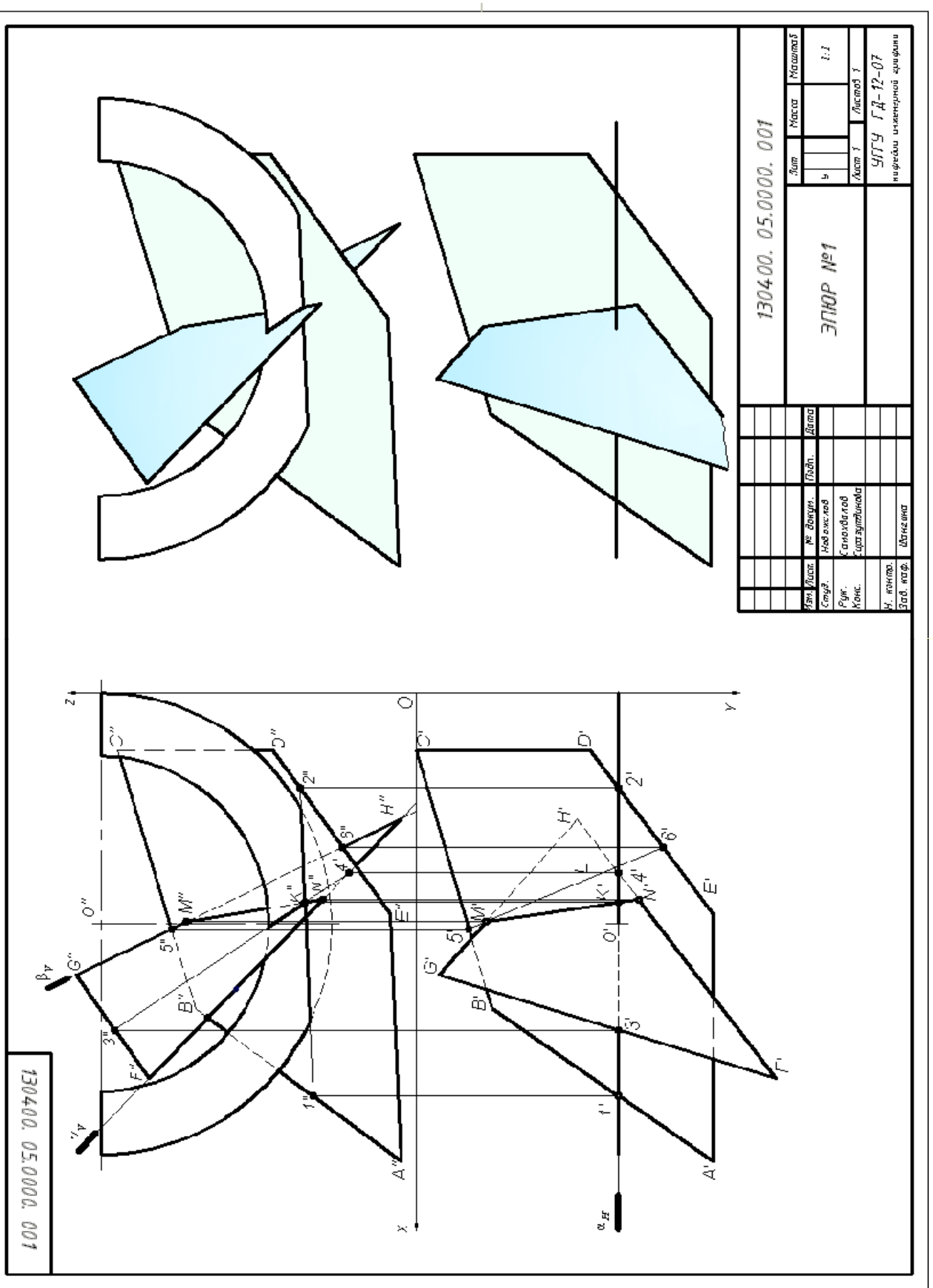


Рис. 5. Построение линии пересечения двух плоскостей

Вспомогательная горизонтальная плоскость-посредник γ задана следом γ_V и пересекает плоскость α по горизонтали, проходящей через точку 3, а плоскость β по горизонтали (1, 2). Горизонтальные проекции этих горизонталей пересекаются в точке *K*. Строят фронтальную проекцию точки *K*, используя свойство принадлежности точки прямой линии. Точка *K* принадлежит обеим плоскостям α и β. Вторая точка *N*, общая для двух плоскостей α и β, определяется второй вспомогательной плоскостью-посредником частного положения δ (на чертеже задана следом δ_V). Искомая прямая (*KN*) является линией пересечения двух плоскостей α и β.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. Учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2007.272 с.

2. Самохвалов Ю. И. Начертательная геометрия. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2011. 121 с.

3. Самохвалов Ю. И., Шангина Е. И. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2011. 96 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.О.20 ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

форма обучения: очная, заочная

год набора 2023

Автор: Поленов Ю.А., д. г-м.н., доцент

Екатеринбург

Порядок выполнения контрольной работы

Задания контрольной работы, направленные на оценку уровня знаний, умений, владений.

Основные задачи выполняемой работы:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2) выработка навыков самостоятельной работы;
3) оценка уровня подготовленности студента к будущей практической работе.

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

Контрольная работа № 1 по теме 3

Описать и определить название минералов в выданных контрольных образцах.

Контрольная работа № 2 по теме 5

Описать и определить название магматической горной породы в выданных контрольных образцах.

Контрольная работа № 3 по теме 6

Описать и определить название метаморфической горной породы в выданных контрольных образцах.

Контрольная работа № 4 по теме 12

Описать и определить название метаморфической горной породы в выданных контрольных образцах.

Каждый вариант контрольной работы составлен из каменного материала в виде пяти образцов.

Критерии оценивания: Полнота (0-3 балла) и правильность описания минералов и горных пород (0-1 балла) ; использование методов определения физических свойств минералов и горных пород (0-1 балл)

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа соответствует всем критериям (5 баллов)

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если 4 балла

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся набрал 3 балла

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся набрал 0-2 балла

Оценка за каждую контрольную работу определяется простым суммированием баллов:

Критерии оценки контрольной работы	*Количество баллов*
полнота описания минералов и горных пород	0-3
правильность описания минералов и горных пород	0-1
использование методов определения физических свойств минералов и горных пород	0-1

Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
4 балла (70-89%) - оценка «хорошо»
3 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»
0-2 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Результаты текущего контроля фиксируются преподавателем.

Для осуществления текущего контроля знаний, умений, владений обучающихся используется комплект оценочных средств (приложение 1).

Порядок описания образцов минералов и горных пород

Часть 1. Минералы. Основная цель работы – определение минералов и их физических свойств. Исследование физических свойств выполняется в соответствии с рекомендациями, изложенными в методических указаниях по выполнению лабораторных работ. Вначале определяется форма и характер минеральных агрегатов, затем цвет, блеск и другие физические свойства. Полученные данные сводятся в таблицу описания минералов.

Название минерала, формула	Форма кристаллов или минераль-ных агрегатов	Физические свойства минералов						Приме-чание
		цвет	цвет черты	блеск	спай-ность	твер-дость	спец. св-ва	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Часть 2. Магматические горные породы

Порядок описания интрузивных пород.

1. Цвет.
2. Структура (по степени кристаллизации, по относительному размеру зерен и для равно-, полнокристаллических по абсолютному размеру зерен).
3. Текстура.
4. Минералогический состав в процентах.
5. Характеристика каждого из минералов, входящих в состав породы (размер и форма зерен, цвет, спайность, излом, блеск).
6. Вывод: название породы, условия образования, группа по степени кислотности и щелочности.
7. Эффузивный аналог.

Порядок описания эффузивных пород.

1. Цвет.
2. Структура (по степени кристаллизации, по относительному размеру зерен).
3. Текстура. Соотношение основной массы и вкрапленников в процентах.
4. Характеристика основной массы (цвет, особенности).

5. Характеристика вкрапленников (цвет, форма и размер зерен, спайность, блеск, излом, вторичные изменения).

6. Вывод: название породы, условия образования, группа по степени кислотности и щелочности.

6. Глубинный (интрузивный) аналог.

Часть 3. Метаморфические горные породы.

Выполнение лабораторных работ проводится в определенной последовательности: вначале определяется текстура породы, позволяющая устанавливать тип метаморфизма; затем исследуются структурные особенности, по которым восстанавливают термодинамические условия проявлений метаморфизма (фации – для продуктов регионального метаморфизма), которые уточняются после диагностики минерального состава породы. По совокупности полученных сведений о метаморфической породе делаются выводы об исходной породе (эдукте). Описание пород ведется в следующей последовательности: цвет породы, текстура, структура, минеральный состав. По совокупности всех описанных признаков студент должен определять тип метаморфизма, фациальный уровень (Р-Т- условия), и при возможности предположить возможный состав эдукта.

Часть 4. Осадочные горные породы.

Правильное определение осадочных горных пород возможно только при полном учете всего комплекса внешних свойств. Подробно должны быть описаны текстура и структура породы, характер слоистости (в случае отсутствия последней это должно быть специально указано), наличие или отсутствие кавернозности и т. д. Необходимо устанавливать и указывать возможно точнее структуру породы со всеми ее особенностями, окраску, твердость, излом, удельный вес и другие признаки, точно определять состав породы. Не менее подробно, чем породу, следует описывать и все инородные включения в нее: органические остатки, конкреции, прожилки, различные выделения, выцветы, примазки и т. д. Полное описание дает возможность установить тип породы и способ ее образования, а тем самым и определить ее. При описании псефитов следует указывать состав, окраску, величину и характер окатанности обломков, состав и окраску цемента и соотношение в породе обломков и цемента. Описывая глину, необходимо указать следующие ее внешние признаки: цвет, причем подчеркнуть, в каком состоянии влажности описывается глина; пластичность (глина бывает жирная, пластичная, сухая и песчанистая); характер примесей, часто обусловливающих окраску; структуру; растительные остатки и окаменелости.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

Г. П. Козина

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению практических работ по дисциплине «Геодезия»

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Екатеринбург 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ КАРТАМИ 4
1.1. Определение расстояний 6
1.2. Определение географических коорданат 7
1.3. Определение прямоугольных координат 7
1.4. Определение положения точки относительно осевого меридиана зоны 8
1.5. Определение дирекционного угла, истинного азимута и магнитного азимута линии 8
1.6. Определение отметок точек и превышения между точками 9
1.7. построение профиля местности по заданному направлению 10
1.8. Определение крутизны ската 11
1.9. Проектирование линии с заданной крутизной ската 12
1.10. Измерение площадей по топографическим картам полярным планиметром 15
2. РАБОТА С АЭРОФОТОСНИМКАМИ 17
2.1. Привязка аэроснимка к топографической карте 17
2.2. Определение масштаба аэрофотоснимка и высоты фотографирования 18
3. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА 20
3.1. Построение координатной сетки 20
3.2. Нанесение точек съемочного обоснования по координатам 22
3.3. Нанесение ситуации, точек рельефа и проведение горизонталей 23
3.4. Вычерчивание топографического плана 25
4. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ
4.1. Обработка результатов нивелирования 27
4.2. Построение профиля 30
4.3. Проектирование по прифилю 32
5. РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ 34
5.1. Измерение горизонтальных и вертикальных углов 34
5.2. Измерение расстояний нитяным дальномером 37
5.3. Измерение превышений 38

1. РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ КАРТАМИ

Для современных топографических карт установлены следующие масштабы: 1:1 000 000, 1:500 000, 1:300 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000.

Топографические карты широко используются в народном хозяйстве для решения различных инженерных задач и служат основой для создания карт специального назначения.

Листы топографических карт различных масштабов объединены специальной системой разграфки и номенклатуры, основой которой является лист карты масштаба 1:1000 000. Каждый лист топографической карты ограничен с севера и юга параллелями, а с запада и востока – меридианами. Линии меридианов и параллелей образуют внутреннюю географическую рамку листа топографической карты, а их пересечение – углы рамки, которым соответствуют географические координаты, подписываемые на карте (широта и долгота). Например, координаты северо-западного угла рамки (рис. 1.1.).

$$\square\square\ 54^{0}20\square\ ,\ \square\square\ ^{140}15\square$$

Параллельно линиям географической раски с внешней ее стороны на карте показывается минутная рамка, линии которой разделены на черные и белые интервалы. Длины интервалов по северной и южной сторонам рамки соответствуют одной минуте долготы, а по западной и восточной – одной минуте широты.

Каждый интервал минутной рамки разбит точками на интервалы по 10✋. С помощью минутной рамки определяют географические координаты точек на карте: широта и долгота .

Для определения плоских прямоугольных координат точек на топографических картах наносится прямоугольная координатная сетка.

Линии координатной сетки проходят параллельно осям координат зоны, в которой расположен данный лист. Обычно линии координатной сети проходят через 1 км. Оцифровка линий координатной сетки дается у их выходов за географической рамкой (рис. 1.1). Полные абсциссы и ординаты в (километрах) подписываются на выходах крайних линий данного листа.

Остальные линии подписываются двумя последними цифрами.

Например:

абсциссы: 6019, 20, 21, 22, 6023, ординаты:

3452, 53, 54, 3455.

Листы топографических карт сопровождаются зарамочным оформлением. Над северной рамкой указывается номенклатура листа, его название, система координат (рис. 1.1.). Под южной рамкой указывается численный и линейный масштабы карты, высота сечения рельефа, система высот, данные о склонении магнитной стрелки и сближении меридианов, график заложений, выходные данные, указывающие метод и год создания карты.

Между минутной и внешней рамками помещены номенклатуры смежных листов карт того же масштаба. На топографических картах специальными условными знаками изображаются контуры и рельеф местности, а также прочие сведения о ней.

Наличие на картах географической и прямоугольной сеток координат, данных о склонении магнитной стрелки и сближении меридианов, графика заложений и других данных позволяет решать по карте различные топографические и инженерные задачи. студентами работы выполняются по топографической карте масштаба 1:10 000 на специальных бланках.

1.1. Определение раастояний

Циркулем – измерителем снимается величина отрезка на топографической карте между заданными точками. По линейке до 0,01 см измеряют длину этого отрезка ($\ell_{см}$). С помощью численного масштаба карты (I:M) определяется расстояние на местности (D) в метрах

$$D = \ell \cdot M,$$

где ℓ - длина отрезка с карты, измеренная по линейке в см; M

– знаменатель численного масштаба карты.

Пример: ℓ =4,25 см, M – 10 000, D = 4,25 **&** 10 000 = 42 500 см = 425 м.

Это же расстояние определяют с помощью линейного масштада, который помещается за южной рамкой листа карты под численным масштабом (рис. 1.1). Для этого циркулем – измерителем отрезок с карты откладывается на линейном масштабе так, чтобы правая игла измерителя была поставлена на оцифрованное деление линейного масштаба справа от «0», а левая игла попадала на первое (дробное) основание – слева от «0». По линейному масштабу справа налево считывается расстояние в метрах.

***D* = 425** м.

1.2. Определение географических координат

Географические координаты определяются по минутной рамке. Для определения широты через точку (Рис. 1.1 точки N) проводят параллель до пересечения с минутной рамкой. По западной или восточной сторонам рамки, считают число минут и секунд () между южной стороной рамки и параллелью данной точки.

Широта () точки будет **0** , **0** - широта южной стороны рамки, долгота - **0** , **0** - долгота западной стороны рамки.

Для определения долготы через точку проводят меридиан и по северной или южной стороне минутной рамки отсчитывают долготу ( ).

Пример: определить и точки *N* (Рис. 1.1).

$\lambda_0 = 540°17'30'' \; \Delta\lambda = 1'53'', \lambda_N = 54^0 17'30'' + 1'53'' = 54^0 19'23''$

$\lambda_0 = 14015' \; \Delta\lambda = 0'32'', \lambda_N = 14^0 15' + 0'32'' = 14^0 15'32''$

1.3. Определение прямоугольных координат X и Y

Прямоугольные координаты точки на карте определяются по координатной сетке. Для этого из точки опускают перпендикуляры на южную и западную стороны квадрата координатной сетки. Измерителям с помощью линейного масштаба определяют расстояния по этим перпендикулярам в метрах, которые представляют приращения координат ΔX и ΔY по оси абсцисс и оси ординат. Полученные приращения прибавляют к оцифрованным координатам сетки X_i и Y_i.

Пример: определить прямоугольные координаты точки D (рис. 1.1).

$$XD = Xi + \Delta X \, , \; YD = Yi + \Delta Y$$

X_i - абсцисса южной горизонтальной линии сетки квадрата, в котором находится D.

$$X_i = 6022 \text{ км} \, ,$$

Y_i - ордината западной вертикальной линии этого же квадрата.

$$Y_i = 3453 \text{ км} \, .$$

$\Delta X = 684м = 0{,}684км$, $\Delta Y = 460м = 0{,}460км$ $XD =$

$6022км - 0{,}684км = 6022684м$

$YD = 3453км - 0{,}460км = 3453460м$.

1.4. Определение положения точки относительно осевого меридиана зоны.

Долгота осевого меридиана зоны вычисляется по формуле:

$$L0 = 6^0 \cdot n - 3^0 ,$$

где n – номер зоны.

Для $n = 3$ $L_0 = 6^0 \cdot 3 - 3^0 = 15^0$

Расстояние от осевого меридиана до точки определяется по формуле:

$$dD = Y_D - 500км , Y_D = 453460м$$

где Y_D - ордината точки.

$$dD = 453460м - 500км = -46540м$$

следовательно, точка D расположене к западу от осевого меридиана на расстоянии 46540 м.

1.5. Определение дирекционного угла α, истинного азимута A и магнитного азимута азимута A_m линии.

Для определения дирекционного угла заданной линии через начальную точку линии проводят прямую параллельную оси абсцисс, направлением на север (рис. 1.1., линия 1 – 2), от которой транспортиром измеряют угол по ходу часовой стрелки до направления на конечную точку линии.

Пример: □ **1□2** □ **238**⁰.

Истинный и магнитный азимуты вычисляют по формулам, пользуясь данными о сближении меридианов и склонении магнитной стрелки или по графику взаимного расположения меридианов.

A □□□□ ,

A_m □□□(□□□).

где □ - сближение меридианов,

□ - склонение магнитной стрелки.

При вычислении A и A_m по формулам учитываются знаки □ и □.

Азимут истинный $A = 238^0 + (-0^0 35¶) = 237^0 25¶$.

Азимут магнитный $A_m = 238^0 - (0^0 45¶ – (-0^0 35¶)) = 236^0 40¶$.

Контроль вычисления A и A_m выполняют с помощью графика взаимного расположения меридианов (рис. 1.2).

Схема взаимного расположения меридранов

Из схемы видно, что A_m = □ - $(-0^0 35¶ + 0^0 45¶)$.

Для определения магнитного азимута на текущий год необходимо учесть годовое изменение склонения магнитной стрелки □□□ □**2**□ 2¶ **&** 34 года = 68 = $1^0 08¶$; □ = $0^0 45¶ + 1^0 08¶ = 1^0 53¶$.

На 1993 год $A_m = 238^0 – (0^0 35¶ + 1^0 53¶) = 238^0 – 2^0 28¶ = 235^0 32¶$.

1.6 Определение отметок точек и превышений

Отметки точек на карте определяют по горизонталям. если точка находится на горизонтали, то ее отметка равна отметке этой горизонтали. Точки I находится на горизонтали с отметкой 187,5 м. Следовательно, H_I = 187,5 м (рис. 1.3).

Если точка находится между горизонталями, то ее отметка определяется по формуле $H = H_0 + h$, где H_0 - отметка ближайшей к точке горизонтали, h - превышение между точкой и горизонталью H_0.

Превышение h может быть как положительным, так и отрицательным. Зная, что высота между горизонталями изменяется пропорционально заложению, h определяют по формуле: $h = \frac{h \cdot в}{a}$,

где h – высота сечения рельефа,

a - расстояние между горизонталями (заложение), $в$ – расстояние от точки до ближайшей горизонтали H_0.

Пример: Определить отметку H точки 2.

$$h = 2{,}5м,\ в = \frac{a}{2},\ h = \frac{2{,}5}{2} = 1{,}25м,$$

$$H_0 = 190{,}0,\ H_2 = H_0 + h = 190{,}0м + 1{,}25м = 191{,}2м.$$

Привышение между двумя точками (точки I и 2) находят как разность отметок этих точек

$$h_{1-2} = H_2 - H_1,$$

$$H_I = 187{,}5м,\ H_2 = 191{,}2м,\ h_{1-2}$$

$$= 191{,}2м - 187{,}5 = 3{,}7м.$$

Рис. 1.3. Определение отметок точек

1.7. Помтроение профиля местности по заданному направлению

Профиль по заданному направлению строят по отметкам точек, расположенных на этой линии. Горизонтальный масштаб 1:10 000 (равен масштабу карты), вертикальный – 1:1 000. Пример: Построить профиль по линии 3 – 4 (рис. 1.4.). (Сплошные горизонтали проведены через 2,5 м).

Для построения профиля на миллиметровой бумаге проводят прямую АВ – основание профиля (рис. 1.5), на которую переносят все точки пересечения (а,в,с…) заданного направления с горизонталями карты, и подписывают их отметки. Основанию профиля дают условную отметку H_0 , которая должна быть меньше минимальных отметок точек линии на 15 – 30 м. В примере H_0 = 170,0 м). К основанию профиля в отмеченных точках проводят пунктиром перпендикуляры, на которых откладывают в данном вертикальном масштабе (1:1000) значения отметок. Полученные точки соединяют отрезками прямых линий.

Шкала отметок в вертикальном масштабе

Рис. 1.5. Профиль по заданному направлению

1.8. Определение крутизны ската

Крутизна ската $\square^0$ определяют по графику заложений (рис. 1.6.). Для этого измерителем берут заложение «а» (в примере по направлению СД), которое затем откладывают на графике заложений вдоль его вертикальных линий. Затем по основанию графика заложений определяют угол наклона, характеризующий крутизну ската (рис. 1.6.).

$$\square^0 \square 1^0,3.$$

График заложений

Рис. 1.6. Определение крутизны ската

1.9. Проектирование линии с заданной крутизной ската

Между точками 1 и 2 (рис. 1.7.) спроектировать линию с крутизной ската не более 2^0. Для решения этой задачи по графику заложений измерителем берут заложение, которое соответствует заданной крутизне ската $\square^{\mathbf{0}}\ \square\ ^{\mathbf{20}}$. Этим раствором циркуля из точки I засекают следующую горизонталь и получают точку «а», затем из точки «а» засекают этим же раствором циркуля следующую горизонталь, получают точку «б» и т.д.

Соединив все точки, получают линию заданного уклона.

Задание выполняют на кальке, на которую предварительно копируют участок местности с горизонталями вдоль проектируемой линии.

Рис. 1.7. Проектирование линии с заданной крутизной ската

Образец бланка

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

РАБОТА С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТОЙ

1. Расстояние между точками

D = 4,25 см х 10 000 = 425 м по численному масштабу

По линейному масштабу D = 400 м + 25 м = 425 м

2. Географические координаты точек

$\square_{Д}\ \square\ \mathbf{54^{0}19\square37\square\square}\qquad \square_{N}\ \square\ \mathbf{54^{0}19\square23\square\square}$

$\lambda_Д$ = 14^{0}17′07″ λ_N = 14^{0}15′32″

3. Прямоугольные координаты точек

$X_Д$ = 6022584 м X_N = 6022264 м

$X_Д$ = 453460 м $У_N$ = 451788 м

4. Долгота осевого меридиана зоны

$L_0 = 6^0$ & n – $3^0 = 6^0$ & 3 – $3^0 = 15^0$

5. Расстояние точки от осевого меридиана зоны $d_Д = У_Д$ -500 км = 453460 м – 500 км = - 46540 м

6. Дирекционный угол и азимуты линии (1-2)

Дирекционный угол α = 238 ^{0}

Истинный азимут А = 237^0 25′

Магнитный азимут A_m = 236^0 40′

На 1993 г. магнитный азимут A_m = 235^0 32′ 7.

Абсолютные отметки точек

H_1 = 187, 5 м

H_2 = 191,2 м

8. Превышение между точками

h = H_2 - H_1= 191,2 м – 187,5 м = + 3,7 м

9. профиль местности по заданной линии

10. Крутизна ската i0

$i^0_{max} = 7^0$ $i^0_{min} = 7^0,5$

11. Проектирование линии с крутизной ската не более 2^0

Преподаватель МД-94-1

Петров

1.10. Измерение площадей по топографическим картам полярным планиметром полярный планиметр состоит из двух рычагов: полюсного и обводного. Обводный рычаг имеет ручку со шпилем для обвода контуров и подвижную каретку со счетным механизмом. Вместо шпиля может использоваться марка (точка, окружность), выгравированная на стеклянной пластине. полюсный рычаг на одном конце имеет груз с иглой, которая при обводе контура накалывается на бумагу и служит полюсом планиметра. На другом конце этого рычага находится шарнирная головка, которая вставляется в углубление на каретке счетного механизма и соединяет тем самым оба рычага планиметра в одно целое.

Рис. 1.8. счетный механизм планиметра

Счетный механизм планиметра (рис. 1.8.) состоит из циферблата 1 счетного колеса 2 , вращающегося на оси, параллельной обводному рычагу и верньера 3 . При обводе фигуры счетное колесо катится по бумаге и дает отсчет. Первую цифру отсчета берут с циферблата, одно деление которого соответствует целому обороту счетного колеса . Следующие две цифры 4 отсчета берут со счетного колеса по нулевому штриху верньера 32 . Четвертая цифра отсчитывается по верньеру – это номер штриха верньера, совпадающего со штрихом счетного колеса - 5. Отсчет на рис. 1.8 равен 4323. площадь, измеренную планиметром вычисляют по формуле:

$$S = C \cdot h_{ср.} \cdot \Delta n = n_2 - n_1$$

где: C - цена деления планиметра; n_1 - отсчет по планиметру до обвода контура; n_2 - отсчет по планиметру после обвода контура.

Образец бланка

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

Определение площади на топокартах планиметром							
Обвод квадрата километровой сетки топокарты					Обвод контура измеряемой площади		
Приемы	Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов Δn		Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов Δn
I	n_1	1102	994		n_1	0085	1184
	n_2	2096			n_2	1269	
	n_2	2096			n_2	1269	
II			993				1191
	n_3	3089			n_3	2460	
	n_3	3089			n_3	2460	
III			986				1195
	n_4	4075			n_4	3655	
$\Delta n_{ср} = 991,0$					**$\Delta n_{ср} = 1190$**		

Площадь квадрата 100 га		Измеряемая площадь $S = C \cdot n_{ср}$ S = 0,1009 & 1190 = 120,1 га
Цена деления планиметра $C = \frac{100}{n_{ср}}$ га = $\frac{100}{991}$ = 0,1009га		МД -94-2 Петров

Цену деления планиметра определяют обводом квадрата координатной сетки на топографической карте масштаба 1:10 000, площадь которого известно (P_0 = 100 га).

Для измерения площади устанавливают полюс планиметра вне контура так, чтобы при обводе угол между обводным и полюсным рычагами был в пределах от 30^0 до 150^0.

Затем устанавливают обводной шпиль над выбранной начальной точкой квадрата и берут по отсчетному механизму отсчет n_1. Обводят квадрат по часовой стрелке до исходной точки и берут отсчет n_2.

Затем выполняют следующие обводы, не меняя положения полюса; берут отсчеты n_3 и n_4. Отсчеты записывают в специальный бланк. Вычисляют разности отсчетов: $n_1 - n_2 - n_1$, $n_2 - n_3 - n_2$, $n_3 - n_4 - n_3$.Расхождение разностей не должно превышать 10 – 12 делений.

Находят среднее арифметическое из разностей по трем приемам:

$$n_{ср} = \frac{n_1 + n_{32} + n_3}{3} = \frac{994 + 993 + 986}{3} = 992$$

цену деления планиметра вычисляют по формуле:

$$C = \frac{P_0 - P}{n - n_{ср}} \cdot \frac{100га}{991} = 0{,}1009га .$$

Заданную площадь по топографической карте измеряют также тремя приемами, обводя эту площадь по контуру (см. образец бланка, стр. 16).

$$S = C \cdot nch = 0{,}1009 \cdot 1190 = 120{,}1га .$$

2. РАБОТА С АЭРОФОТОСНИМКАМИ

Современные топографические карты создаются с помощью аэрофотосъемки. Аэрофотосъемка характеризуется масштабом фотографирования, фокусным расстоянием аэрофотоаппарата, высотой фотографирования, форматом кадра и рядом других характеристик, которые можно определить непосредственно по аэрофотоснимкам.

2.1. Привязка аэроснимка к топографической карте

Для выполнения задания используют аэроснимок и соответствующую карту. Привязка снимка к карте заключается в отождествлении фотоизображения контуров границ снимка с их графическим изображением на топографической карте. С этой целью рассматривают аэрофотоснимок и карту, опознавая на них идентичные объекты: населенные пункты, элементы дорожной сети, гидрография, контуры растительного покрова и т.д. Изучив изображения идентичных объектов на аэрофотоснимке и карте, с помощью штриховых наметок карандашом фиксируют на карте примерные границы снимка. Если привязка аэрофотоснимка сделана правильно, то полученная фигура должна быть близка к квадрату.

2.2. Определение масштаба аэрофотоснимка и высоты фотографирования

Масштаб аэрофотоснимка определяют по формуле:

$$1:\frac{\ell}{L\cdot M}$$, отсюда знаменатель масштаба аэроснимка $m = \frac{L\cdot M}{\ell}$,

где: ℓ - длина отрезка на аэрофотоснимке;

L - длина этого же отрезка на топографической карте;

M - знаменатель масштаба карты; m - знаменатель масштаба аэроснимка.

Для определения масштаба аэрофотоснимка используют два отрезка, концы которых опознают на аэрофотоснимке и карте с погрешностью не более 0,2 мм. С этой целью используют четкие контурные точки аэрофотоснимка и карты: перекрестки дорог, углы построек, углы леса и сельхозугодий.

Оба отрезка должны проходить примерно через главную точку аэроснимка, а расстояния от главной точки до концов отрезка должны быть примерно равными (допустимая разность длин не должна превышать 1 – 2 см). Главная точка «0» аэрофотоснимка находится в точке пересечения линий, соединяющих координатные метки аэрофотоаппарата, изображения которых располагаются в середине каждой из четырех сторон аэрофотоснимка (рис. 2.1.).

Рис. 2.1. Определение главной точки аэроснимка

Образец бланка

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра геодезии и фотограмметрии

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБА АЭРОФОТОСНИМКА

И ВЫСОТЫ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ

Аэроснимок № 034 Лист карты Y-35-38-А-в-3

Исходные данные

Масштаб карты 1:M = 1:10 000

Фокусное расстояние

аэрофотоаппарата f = 100 мм

$$\underline{L} \cdot \underline{M}$$

$$m = \frac{}{\ell} \qquad H = m_{cp} \cdot f$$

$$\underline{2} \cdot \underline{d} \cdot \underline{M}$$

допуст. $\Delta m = \ell_{cp}$

M = 10 000

Схема расположения отрезков на аэроснимке

Измерение длины отрезков

на аэроснимке	на карте
ℓ_1 = 178,7 мм	L_1 = 195,2 мм
ℓ_2 =148,3 мм	L_2 = 217,0 мм
m_1 = 10926	m_2 = 10943

$\Delta m = m_1 - m_2 = 17$ доп. $\Delta m = 280$

$m_{ср} = 10934$

Высота фотографирования

H = 1093 м

Преподаватель МД-94-1

Иванов

Опознав выбранные точки аэрофотоснимка на топографической карте, измеряют отрезок с помощью измерителя и линейки. Вычисления выполняют в бланке (стр. 19). Разность знаменателей масштаба Δm аэрофотоснимка, полученная из определений по двум отрезкам, не должна превышать величины:

допустимая $\Delta m = 2\frac{\Delta \ell d_{ср}}{M}$, $\Delta m = m_2 - m_1$

где: Δd - допустимая ошибка положения контуров на топографической карте ($\Delta d = 1мм$).

В качестве окончательного значения знаменателя масштаба аэрофотоснимка принимают его среднее значение из двух определений:

$m_{ср} = (m1 + m2):2$.

Высоту фотографирования определяют по формуле:

$$H = f \frac{L}{\ell} \frac{M}{} \text{ или } H = f \Delta m c_p ,$$

где f - фокусное расстояние аэрофотоаппарата, которым была выполнена аэрофотосъемка.

Фокусное расстояние задается преподавателям.

Высоту фотографирования вычисляют в метрах.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА

По данным топографической съемки необходимо составить топографический план местности в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа 1 м.

Составление плана выполняют в такой последовательности: построение координатной сетки;

нанесение точек съемочного обоснования по координатам; нанесение ситуации, точек рельефа на план и проведение горизонталей;

вычерчивание топографического плана.

3.1. Построение координатной сетки

Координатную сетку строят на листе чертежной бумаги размером 289 х 210 мм (формат А 4). Стороны координатной сетки принимают равными 5 х 5 см.

Для построения сетки на листе бумаги карандашом проводят диагонали (относительно углов листа). Из точки пересечения диагоналей откладывают на них циркулем-измерителем 4 равных отрезка (полудиагонали) длиной 12 – 13 см (рис. 3.1.), получают точки а,б,в,г. Соединив эти точки на диагоналях, получают стороны вспомогательного прямоугольника а,б,в,г, на которых, начиная от точки г, измерителем откладывают равные отрезки (по 5 см) – стороны сетки квадратов. Общий размер сетки 20 см по оси *X*, 15 см – по оси *У*.

Правильность построения координатной сетки контролируют путем измерения циркулем-измерителем диагоналей всех квадратов сетки. Ошибки

в длинах диагоналей не должны превышать 0,2 – 0,3 мм. После контроля все вспомогательные построения (на рис. 3.1.показаны пунктиром) убирают.

3.2. Нанесение точек съемочного обоснования по координатам

Для нанесения точек съемочного обоснования по координатам сетку координат оцифровывают через 100 метров. За начало координат принимают юго-западный угол рамки. Координаты юго-западного угла сетки выбирают так, чтобы точки съемочного обоснования разместились примерно в середине сетки. От юго-западного угла к северу подписывают абсциссы Х, к востоку – ординаты У.

Координаты, высоты точек съемочного обоснования и горизонтальные проложения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Номера точек	Координаты		Высоты, м	Горизонт. проложен., м
	Х	У		
I	5319,8	2490,0	148,2	
				169,2
2	5488,8	2481,6	156,6	
				155,8
3	5469,6	2636,3	154,7	
				159,2
4	5311,2	2619,8	146,5	
				130,1

в примере координаты юго-западного угла удобно взять равными X = 5,2 км, У = 2,4 км (рис. 3.4). Нанесение каждой точки съемочного обоснования производят с помощью циркуля – измерителя и масштабной линейки. Вначале определяют, в каком квадрате располагается данная точка. Затем значение абсциссы циркулем-измерителем откладывают по обеим сторонам квадрата, наколы соединяют тонкой прямой линией. На этой линии откладывают значение ординаты У. Делают накол, полученную точку обводят условным знаком (кружочком), рядом слева подписывают номер точки, справа отметку до 0,1 м. Накладку точек съемочного обоснования обязательно контролируют. Для этого значение горизонтального проложения между двумя точками циркулем - измерителем берут по масштабной линейке и сравнивают с расстоянием между соответствующими точками на плане. Расхождение между этими величинами допускается 0,2 мм на плане (рис. 3.4.).

3.3. Нанесение ситуации, точек рельефа и проведение горизонталей

Ситуацию наносят на план по данным полевых измерений и абрисов (рис. 3.2 табл. 3.2).

Съемочные пикеты, снятые полярным способом, наносят на план по горизонтальному углу и горизонтальному проложению. Горизонтальные углы откладывают при помощи кругового транспортира от начального направления по ходу часовой стрелки, а горизонтальное проложение по линейке или циркулем-измерителем в заданном масштабе. Полученную точку обводят кружочком, рядом подписывают номер и отметку. Руководствуясь абрисом и записями, сделанными в примечании, вычерчивают условными знаками элементы ситуации. Виды угодий пока обозначают надписями (рис. 3.2.).

Нанесение съемочных пикетов, снятых на местности способом прямоугольных координат (перпендикуляров), производят с помощью линейки и треугольника, откладывая по линейке расстояния, указанные в абрисе, вдоль начального направления и перпендикулярно к нему в масштабе 1:2000 (рис. 3.2 а., начальное направление линия 3 – 4).

Рис. 3.2. а) Съемка способом перпендикуляров

Таблица 3.2

Исходные данные к составлению топографического плана
станция 1 H_1 = 148,2
начальное направление на т.2
Проводят горизонтали по отметкам точек с высотой

Пикет	22Гориз. угол ^{0}	Гориз. прolож.	Высоты Н, м	Примечание
1	350	20,0	150,0	гран. пашни
2	5	92,0	155,0	гран. пашни
3	27	64,5	153,2	шосс. дор.
4	44	94,0	153,7	шосс. дорога

чения 1 м путем линейного интерполирования отметок по линии ската. в результате интерполирования находят на плане точки, отметки которых кратны принятому сечению. (На рис. 3.3 проведены горизонтали и отметками 154 и 153 м).

Рис. 3.3. Проведение горизонталей: а) графическим интерполированием, б) с помощью палетки

Горизонтали можно провести с помощью палетки. Для изготовления палетки берут восковку размером примерно 7 х7 см. На восковке проводят ряд параллельных линий через равные интервалы (0,5 см или 1,0 см), подписывают их значениями отметок через 1 метр, начиная с минимальной отметки (например 151, 152 и т.д. (рис. 3,3 б). Затем палетку накладывают на 2 соседние А и Б точки на плане таким образом, чтобы эти точки заняли на палетке соответствующее положение по высоте (152,4 и 154,4). Направление линии АБ пересекает линии палетки в точке «а» с отметкой 153 м, в точке «б» с отметкой 154 м. Точки «а» и «б» перекалывают на план и подписывают их отметки. Таким же образом находят положение горизонталей между другими точками на плане. Соединяя точки с одинаковыми отметками плавными линиями, проводят горизонтали.

3.4. Вычерчивание топографического плана

План оформляют в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500».

Вычерчивают план в следующей последовательности: пункты съемочного обоснования;

здания, постройки, отдельные местные предметы;

дороги, линии электропередач, просеки, границы контуров и другие элементы линейной протяженности; надписи объектов и отметки высотных точек.

Вычерчивают горизонтали, выделяют утолщенные горизонтали краткие 5 метрам, размещают надписи горизонталей; почвенно-растительный покров (условные знаки угодий, лес, луг и пр.); рамку и зарамочное оформление.

Топографический план вычерчивают в карандаше.

Образец топографического плана приведен на рис. 3.4.

Рис. 3.4. Вычерчивание топографического плана

4. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ

Трассой называют ось проектируемого линейного сооружения: дороги, канала, трубопровода и др. Профиль трассы является основным графическим, по которому выполняется проектирование высотного положения будущего инженерного сооружения. Строят профиль по результатам технического нивелирования пикетов, закрепленных на трассе через 100 м, промежуточных точек и поперечников.

4.1. Обработка результатов нивелирования

По результатам технического нивелирования по пикетажу трассы (рис. 4.1.) разбитой между пикетами 0 и 6 с известными отметками (H_0 = 127,410 м, H_6 = 133,446 м), получены превышения $h_{изм.}$, которые выписаны в специальную ведомость вычисления отметок в графу 2 (табл. 4.1., стр. 29).

Сначала вычисляют невязку нивелирного хода f_h и допустимое значение невязки доп. f_h по формулам:

$$f_h = \sum h_{изм.} - (H_6 - H_0),$$

доп. $f_h = 50мм\sqrt{L_{км}}$, где: f_h - полученная невязка нивелирного хода, $\sum h_{изм.}$ - сумма измеренных превышений по всему нивелирному ходу H_6 – отметка конечного пикета (ПК 6), H_0 - отметка начального пикета (ПК 0), L – длина хода в км (0 . 6 км.).

f_h = + 6016 – (133,446 – 127,410) = 6016 – 6036 = - 20 мм;

$$\text{доп. } f_h = 50мм\sqrt{6_{км}} = 40мм .$$

Если полученная невязка меньше допустимой, то ее распределяют с обратным знаком на все измеренные превышения, для чего находим поправки δh к превышениям ($h_{изм}$).

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n}$$, где n – число превышений.

Поправки округляют до целых миллиметров, распределяют так, чтобы сумма поправок была равна невязке с обратным знаком. В примере

$20^{\frac{мм}{}}) = 2мм$ (и остаток 2 мм). Остаток 2 мм распределяют еще $\delta h = (9$

по 1 мм на 2 превышения Таким образом, в нашем примере два превышения получили поправку по 3 мм, а семь превышение – по 2 мм.

Контроль: $\sum \delta h = 3мм \cdot 2 = 20мм$

Поправки выписывают в графу 2 над значениями $h_{изм.}$ В графу 3 записывают исправленные превышения ($h_{испр.}$), которые вычисляют по формуле.

$h_{испр.} = h_{изм.} + \delta h$ = + 8800 +2 = + 0802; - 2100 + 2 = - 2098 и т.д.

Контроль: $\sum h_{испр.} = H6 - H0$

Рис. 4.1. Схема нивелирного хода

Далее вычисляют отметки пикетов плюсовых точек оси трассы, отметки поперечного профиля.

Отметки пикетов и плюсовых точек трассы вычисляют по формуле; $H_n = H_{n-1} + h_{испр.}$,

где: H_n -отметка определяемого пикета H_{n-1}- отметка предыдущего пикета $h_{испр.}$ - исправленное превышение между предыдущим и определяемым пикетами.

В нашем примере:

$H1 = H0 + h_{испр.} = 127{,}410 + 0{,}802 = 128{,}212$,

$H2 = H1 + h_{испр.} = 128{,}212 + 2{,}098 = 126{,}114$.

Контролем правильности вычисления отметок является полученная в результате вычисления отметка конечного пикета (ПК 6), (H_6 = 133,446 м). Отметки всех точек записывают в графу 4 используя полученные отметки пикетов оси трассы, вычисляют отметки точек поперечника.

В ведомости вычисления отметок нивелирного хода выписаны превышения между пикетом 5 и точками поперечного профиля.

Отметки точек поперечного профиля вычисляют по формуле:

$H_1 = H_5 + h_i$,

где: H_1 - отметка определяемой точки; H_5 - отметка пикета 5;

h_i - превышение между ПК 5 и точкой поперечного профиля.

Таблица 4.1.

Ведомость вычисления отметок

Номер точек	Превышения, мм		Отметки Н м
	$h_{изм.}$	$h_{испр.}$	
1	2	3	4
ПК 0	+2 +0800		127,410
		+0802	
ПК 1	+2 - 2100		128,212
		- 2098	
ПК 1+ 40	+ 2 - 0190		126,114
		- 0188	
ПК 2	+2 +2412		127,618
		+ 2414	
X	+ 2 + 1408		130.032
		+ 1410	
ПК 3	+ 2 + 2598		131,442
		+ 2600	
ПК 4	+ 3 - 1202		134,042
		- 1199	
ПК 5	+ 3 + 0600		132,843
		+ 0603	
ПК 6			133,446
$\sum h$	+ 6016	+ 6036	$H6 - H0 = \sum 6036$

Поперечный профиль

Номер точек	Превышения $h_{испр.}$	Отметка H м
ПК 5		132,843
	+0810	
Л + 5		133,653
	- 1588	
Л + 10		131,255
	- 1342	
П + 10		131,501

В примере: ***НЛ*□5 □ 132□843□ 0,810 □ 133,653*м***

НЛ*□10 □ 132□843□1,588 □ 131,255*м

НЛ*□10 □ 132□843□1,342 □ 131,501*м

Вычисленные отметки записывают в ведомость в графу «отметки» против соответствующей точки.

4.2. Построение профиля

По вычисленным отметкам пикетов и промежуточных точек на миллиметровой бумаге строят продольный профиль трассы и профиль поперечника. Профили строят в масштабах:

Продольный профиль:

горизонтальный масштаб 1:2 000; вертикальный масштаб 1:200; Поперечный профиль:

горизонтальный масштаб 1:200; вертикальный масштаб 1:200;

На листе миллиметровой бумаги размером 400 х 400 мм вычерчивают сетку профиля. Названия граф и размеры их в миллиметрах показаны на рис. 4.2.

В графе «расстояния» отмечают положение пикетов (через 5 см) и плюсовых точек в заданном масштабе. Между пикетами и плюсовыми точками выписывают расстояния. Икс – точки не строят. Ниже этой графи подписывают номера пикетов.

В графе «фактические отметки» выписывают из ведомости нивелирного хода отметки пикетов и плюсовых точек с округлением до 0,01 м.

Выбирают и подписывают отметку условного горизонта профиля, которая должна быть на 5 – 8 метров меньше самой низкой отметки по трассе. (В примере минимальная отметка ПК 1 + 60 Н = 125,93, следовательно отметку условного горизонта можно взять 120,0 м).

От линии условного горизонта на перпендикулярах, проведенных пунктирными линиями через точки трассы, откладывают отметки точек в масштабе 1:200. Полученные точки последовательно соединяют прямыми линиями, в результате чего получают продольный профиль местности по оси трассы.

Над продольным профилем строят сетку для поперечного профиля. Заполняют графи «расстояния» и «фактические отметки» так же, как и при построении продольного профиля. Под сеткой подписывают пикетажные обозначения точек поперечника (рис. 4.2.).

Выбрав условный горизонт, по вычисленным отметкам строят положение точек поперечника и, соединив эти точки, получают поперечный профиль местности.

4.3. Проектирование по профилю

Вдоль продольного профиля проектируют положение оси будущего инженерного сооружения. Проектную линию намечают графически с учетом

следующих требований: проектную отметку нулевого пикета принимают равной фактической

отметке этого пикета; уклоны отдельных участков проектной линии не должны превышать

0,050; шаг проектирования (длину отдельного участка) принимают от 200 м до

600 м; объем земляных работ должен быть минимальным, а объемы насыпей и выемок должны быть примерно одинаковыми, т.е. на профиле должно соблюдаться примерное равенство площадей насыпей и выемок; изменение уклона проектной линии производят на пикетах или

плюсовых точках.

На рис. 4.2. проектная отметка ПК 0 равна фактической отметке (127,41). Намечено три участка проектной линии с разными уклонами. Длина каждого участка 200 м. Вычисляют уклон участка проектной линии по формуле:

$$\underline{h}\ H_{кон.} - H_{нач.}, \quad i = \frac{h}{D} \qquad D$$

где: i - уклон участка проектной линии, h - превышение участка проектной линии,

D - горизонтальной проложение участка проектной линии,

$H_{нач.}$ - проектная отметка начального пикета участка проектной линии,

$H_{кон.}$ - проектная отметка конечного пикета участка проектной линии.

В примере уклоны равны:

H

$$i1 = \frac{200}{H0} = \frac{127,62 - 127,41}{200} = 0,001 ,$$

$$H4 = H2 \quad 134.04 - 127,61 \quad 6.43$$

$$i2 = \frac{200}{H} = \frac{200}{200} = 0,032 ,$$

$$i3 = \frac{6200}{H4} = \frac{133,45 - 134,01}{2000,64} = -0,003 .$$

Полученные уклоны округляют до 0,001 и выписывают в графу «Проектные уклоны» над диагональю. Под диагональю выписывают горизонтальное проложение участка с данным уклоном. Направление диагонали показывает знак уклона:

- уклон положительный;

- уклон отрицательный;

- уклон нулевой (горизонтальный участок).

Вычисляют проектные отметки точек продольного профиля по формуле:

$$Hn+1 = Hn + i \cdot d ,$$

где: H_{n+1} - проектная отметка определяемой точки,

H_n - проектная отметка предыдущей точки,

i - уклон данного участка,

d - горизонтальное проложение между соответствующими точками.

В примере

$$H1 = H0 + i \cdot d = 127,41 + 0.001 \cdot 100 = 127,51м$$

$$H1+40 = H1 + i \cdot d = 127,51 + 0.001 \cdot 40 = 127,55м$$

$$H1 \square 60 \square H1 \square i \square d \square 127{,}51 \square 0.001 \square 60 \square 127{,}57 м$$

$$H2 \square H1 \square i \square d \square 127{,}51 \square 0.001 \square 100 \square 127{,}61 м$$

Полученные проектные отметки выписывают в графу «Проектные отметки». Таким же образом вычисляют проектные отметки для второго участка.

$$H3 \square H2 \square i \square d \square 127{,}61 \square 0.032 \square 100 \square 127{,}61 \square 3{,}20 \square 130{,}81$$ и т.д.

Контролем вычислений служат проектные отметки концов участка проектной линии (ПК 2, ПК 4, ПК 6).

Вычисляют рабочие отметки по формуле

$$Нраб. \square Нпроект. \square Нфактич.$$

$$H раб. \square 127{,}51 \square 128{,}21 \square \square 0{,}70$$ и т.д.

Рабочие отметки выписывают около проектной линии: положительные (высота насыпи) – выше линии, отрицательные (глубина выемки) – ниже проектной линии.

На поперечном профиле по вычислено проектной отметке пикета 5 (H_5 = 133,71) от которого был разбит поперечник, наносят положение проектной линии. Ее проводят горизонтально по 6 метров влево и вправо от оси трассы. Показывают кюветы, (если линия идет в выемке) и откосы (если линия идет по насыпи). Уклон откосов и бортов канав 45 ^{0}. Ширина дна кюветов 0,6 м., глубина 1 м.

Над проектной линией выписывают ее отметку (в примере 133,71).

Все проектные данные – проектные линии, уклоны, проектные отметки, рабочие отметки вычерчивают на профиле красным цветом.

Слева над продольным профилем вычерчивают штамп. (Размеры произвольные рис. 4.2).

5. РАБОТА С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Работа с геодезическими приборами включает измерение горизонтальных углов, вертикальных углов, расстояний теодолитом (рис. 5.1) и измерение превышений нивелиром (рис. 5.5.).

Для выполнения измерений теодолит или нивелир приводят в рабочее положение – горизонтируют и фиксируют. Для горизонтирования теодолита поворотом алидады (8) устанавливают уровень (13) по направлению двух подъемных винтов прибора (5). Вращая эти винты в разные стороны выводят пузырек уровня на середину (в нольпункт). Открепив алидаду, поворачивают ее на 90^0, устанавливая уровень по направлению третьего подъемного винта. Вращением этого винта приводят пузырек уровня на середину. Затеи вращением диоптрийного кольца (14) устанавливают резкое изображение сетки нитей (рис. 5.3).

5.1. Измерение горизонтальных и вертикальных углов

Устанавливают теодолит в вершине угла, горизонтируют его, вращением алидады (9) и трубы (10) при положении вертикального круга слева (КЛ) наводят ее с помощью визира (3) на левую визирную цель (рис. 5.2), устанавливают ее резкое изображение с помощью кремальеры (12).

Рис. 5.2. Расположение марок при измерении горизонтальных углов

Рис. 5.3. Сетка нитей теодолита

Далее наводящими винтами алидады (9) и трубы (11) точно совмещают центр сетки нитей с визирной целью и с помощью микроскопа (1) берут отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам и записывают в журнал (Табл. 5.1.), затем поворачивают алидаду, наводят сетку нитей на правую визирную цель и также берут и записывают отсчеты по кругам теодолита. Выполненные действия при «круге лево» (КЛ) составляют первый полуприем.

Второй полуприем выполняют при «круге право» (КП), для чего трубу переводят через зенит и далее действуют аналогично первому

полуприему (КЛ). Порядок записи результатов измерений показан в жернале цифрами с по 8 .

Значение горизонтального угла получают дважды:

1 полуприем КЛ $\beta_л = 95^0 30' - 48^0 25' = 47^0 05'$ 9

2 полуприем КП $\beta_п = 275^0 30' - 228^0 26' = 47^0 04'$ 10

Допустимое расхождение угла КЛ – КП не должно превышать 2¶. За окончательное значение угла принимается его средняя величина

$$\beta_{ср} = (\beta_л + \beta_п):2 = 47^0 04'.5 \qquad 11$$

Вертикальные углы вычисляют по формуле ***КЛ МО***

МО = (КЛ + КП – 180 ^{0}) : 2, где КЛ и КП отсчеты по вертикальному кругу теодолита, МО – место нуля вертикального круга.

$$МО = (16^0 32' + 163^0 27' - 180^0) : 2 = - 0'.5 \qquad 12$$

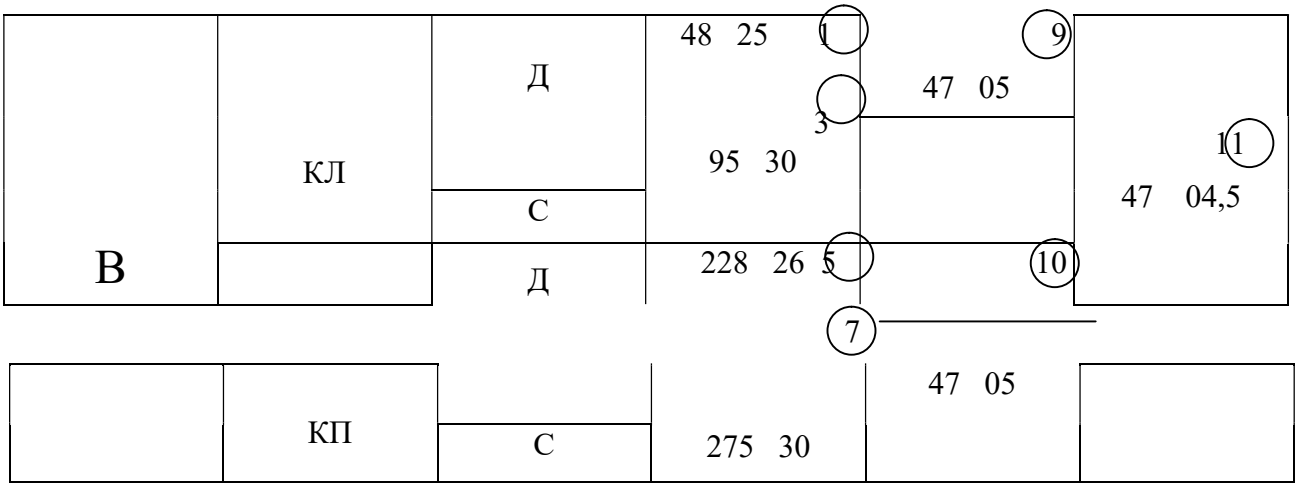
$$\beta = 16^0 32' - (-0,5) = 16^0 32,5 \qquad 14$$

Таблица 5.1.

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ

Дата 4 декабря исполнитель Иванов С. И.

Точки стояния	Круг	Точки визирования	Горизонтальный круг		
			Отсчет ^{0} ¶	Измеренный угол ^{0} ¶	Средний угол ^{0} ¶
1	2	3	4	5	6



Точки		Круг	Вертикальный круг			Длина линий
Стояния	Визирования		Отсчет	Место нуля	Угол наклона	Измеренн.
						Гориз. прол.
7	8	9	10	11	12	13
		КЛ	16 32 2	12	14	17,6 16
В	Д	КП	163 27 6	- 0¶, 5	16 32,5	
		КЛ	351 18 4	13	15	
В	С	КП	188 43 8	+ 0,5	-8 42,5	
		КЛ				

5.2. Измерение расстояний нитяным дальномером

Измерение расстояний нитяным дальномером производят по рейке с сантиметровыми шашечными делениями (рис. 5.4), для чего труба теодолита наводят на рейку и наводящим винтом трубы (11) совмещают верхнюю дальномерную нить сетки нитей с ближайшим целым дециметровым делением рейки (например 10 дц.). Затем берут отсчет n_2 по нижней нити с точностью до 1 мм.

На рис. 5.4 n_1 = 1000 мм n_2 =1176 мм

Измеренное расстояние $S = K\,(n_1 - n_2)$, где К – коэффициент дальномера. $K = 100$

$S = 100\ (1176\text{-}1000) = 17{,}6$ м

Результат записывают в графу 13 журнала (табл. 5.1). 16

5.3. Измерение превышений

Нивелир (рис. 5.5) приводят в рабочее положение – горизонтируют, приводя на середину пузыре круглого уровня (7) подъемными винтами (11), фокусируют сетку нитей (1). Затем наводят трубу на заднюю рейку, добиваются (1)(2) ее резкого изображения с помощью кремальеры (5). Элевационным винтом (8) приводят пузырек цилиндрического уровня (9) на середину, берут отсчет по черной стороне рейки средней горизонтальной нитью до 1 мм (рис. 5.6), затем – по красной стороне рейки. Отсчеты записывают в графу 3 журнала (табл. 5.2). Затем рейку устанавливают на переднюю точку и действуя аналогично, берут отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки и , записывая их в графу 4 журнала.

Превышение вычисляют по формуле $h = a - в$

где : a - отсчет по задней рейке, $в$ –

отсчет по передней рейке.

Превышение вычисляют дважды: по черным и красным сторонам рейки $h_ч$

= 1171 – 1793 = - 622 ◯

5 $h_к$ = 5854 – 6478 = - 624 6 h

$_ч$ - $h_к$ = 2 мм

Расхождение между $h_к$ и $h_к$ ◯ не должно превышать 5 мм. В графе 7 вычисляют среднее превышение 7 $h_{ср.} = (h_ч + h_к) : 2 = - 623$ мм.

Рис. 5.5. Основные части нивелира Н-3

1 – диоптрийное кольцо; 2 – зрительная труба; 3 – визир; 4 – объектив; 5 – кремальера; 6 – наводящий вид; 7 – круглый уровень; 8 – элевационный винт; 9 – цилиндрический уровень; 10 – закрепительный винт;
11 – подъемный винт; 12 – подставка.

Рис. 5.6. Поле зрения зрительной трубы нивелира

Таблица 5.2

Журнал нивелирования

№№ станций	Номер точек наблюдений	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм	
		Задней а	Передний в	Промежуточный	Вычисленный	Средние
1	2	3	4	5	6	7
	1	1171 (1)				
1		5854 (2)			- 622 (5)	
	2		1793 (3)			- 623 (7)
			6478 (4)		- 624 (6)	

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОДЕЗИЯ»

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Горные машины и оборудование

форма обучения: *очная, заочная*

Автор: Е.А.Акулова

Одобрена на заседании кафедры

Геодезии и кадастров

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Акулова Е.А·

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 09.09.2022

(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-механического

(название факультета)

Председатель

(подпись)

Осипов П.А.

(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 13.09.2022

(Дата)

Екатеринбург

2022

Содержание

	Стр.
1.Общие положения …….	**4**
2. Требования к уровню освоения дисциплины «Геодезия»……	**5**
3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы	**6**
4. Виды самостоятельной работы …….	**7**
5. Организация СРС…….	**9**
6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы……	**19**
7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов……	**26**
8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста…….	**30**
Список используемой литературы……	**32**

1.Общие положения

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. Любой вид занятий, создающий условия для зарождения самостоятельной мысли, познавательной активности студента связан с самостоятельной работой. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне еѐ, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа студентов – это средство вовлечения студента в самостоятельную познавательную деятельность, формирующую у него психологическую потребность в систематическом самообразовании.

Сущность самостоятельной работы студентов как специфической педагогической конструкции определяется особенностями поставленных в ней учебно-познавательных задач. Следовательно, самостоятельная работа – это не просто самостоятельная деятельность по усвоению учебного материала, а особая система условий обучения, организуемых преподавателем.

Основные задачи самостоятельной работы:

- развитие и привитие навыков студентам самостоятельной учебной работы и формирование потребностей в самообразовании;
- освоение содержания дисциплины в рамках тем, выносимых на самостоятельное изучение студента;
- осознание, углубление содержания и основных положений курса в ходе конспектирования материала на лекциях, отработки в ходе подготовки к семинарским и практическим занятиям;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий, при написании курсовых и дипломной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор - подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

2. Требования к уровню освоения дисциплины «Геодезия»

Объектом профессиональной деятельности выпускника по направлению подготовки специалитета по специальности 21.05.04 «Горное дело» являются: недра Земли, включая производственные объекты, оборудование и технические системы их освоения; техника и технологии обеспечения безопасной и эффективной реализации геотехнологий добычи, переработки твердых полезных ископаемых и рационального использования подземного пространства.

Дисциплина «Геодезия» является дисциплиной базовой части Блока 1 «Дисциплины» учебного плана по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело».

Цель дисциплины: формирование научного и практического представления о средствах и методах геодезических работ при топографо-геодезических изысканиях; овладение навыков определения пространственно-геометрического положения объектов, выполнения необходимых геодезических и маркшейдерских измерений, обработки и интерпретации их результатов.

Выпускник по направлению подготовки специалитета по специальности 21.05.04 «Горное дело» в результате изучения дисциплины должен:

Знать:

– содержание, предмет и задачи геодезии; – современные воззрения на форму и фигуру Земли; – классификацию карт и планов, системы координат, используемые в геодезии; – основные требования к составлению картографического материала;

– методики проведений геодезических измерений; – назначение и классификацию геодезических сетей; – основные виды инженерно-геодезических работ.

Уметь:

- определять плановое положение точек в геодезической и прямоугольной системах координат, абсолютные и относительные высоты;
- составлять топографический план;
- измерять горизонтальные, вертикальные углы, дальномерные расстояния и превышения;
- решать прямые и обратные геодезические задачи;
- выполнять построение профиля трассы.

Владеть:

- навыками работы с топографо-геодезическими приборами;
- методами обработки результатов измерений.

Для эффективного использования времени, отведенного для самостоятельной работы при подготовке дипломированного специалиста необходимо рационально его использовать, грамотно организовать работу и иметь мотивацию для ее реализации.

3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы

Среди них можно выделить следующие:

1. Полезность выполняемой работы. Если студент знает, что результаты его работы будут использованы в лекционном курсе, в методическом пособии, в лабораторном практикуме, при подготовке публикации или иным образом, то отношение к выполнению задания существенно меняется в лучшую сторону и качество выполняемой работы возрастает. При этом важно психологически настроить студента, показать ему, как необходима выполняемая работа.

Другим вариантом использования фактора полезности является активное применение результатов работы в профессиональной подготовке. Так, например, если студент получил задание на дипломную (квалификационную) работу на одном из младших курсов, он может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социальноэкономического, естественно-научного и общепрофессионального циклов дисциплин, которые затем войдут как разделы в его квалификационную работу.

Материальные стимулирующие факторы могут выражаться в надбавках к основной стипендии, номинированные на именные стипендии, участие в конкурсах

научноисследовательских работ, где в качестве приза могут выступать материальные поощрения.

2. Участие студентов в творческой деятельности. Это может быть участие в научноисследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на кафедре.

3. Участие в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсах научноисследовательских или прикладных работ и т.д.

4. Использование мотивирующих факторов контроля знаний (накопительные оценки, рейтинг, тесты, нестандартные экзаменационные процедуры). Эти факторы при определенных условиях могут вызвать стремление к состязательности, что само по себе является сильным мотивационным фактором самосовершенствования студента.

5. Поощрение студентов за успехи в учебе и творческой деятельности (стипендии, премирование, поощрительные баллы) и санкции за плохую учебу. Например, за работу, сданную раньше срока, можно проставлять повышенную оценку, а в противном случае ее снижать.

6. Индивидуализация заданий, выполняемых как в аудитории, так и вне ее, постоянное их обновление.

7. Мотивационным фактором в интенсивной учебной работе и, в первую очередь, самостоятельной является личность преподавателя. Преподаватель может быть примером для студента как профессионал, как творческая личность. Преподаватель может и должен помочь студенту раскрыть свой творческий потенциал, определить перспективы своего внутреннего роста.

4. Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

— формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

— подготовка к лабораторным работам, их оформление;

— выполнение микроисследований;

— подготовка практических разработок;

— выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

— выполнение конкретного задания в период прохождения учебной практики;

— компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;

— подготовка докладов и презентаций для конкурсов НИРС и конкурсов профессионального мастерства;

— подготовка к контрольным мероприятиям, таким как текущий контроль знаний в виде проверочных тестов или расчетно-графических работ, зачетов, экзаменов;

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

— текущие консультации;

— прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);

— прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);

— выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);

— прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков) и др.

5. Организация СРС

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории контролируется усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам, тестового контроля знаний, опроса студентов и т.д.

На практических и лабораторных занятиях различные виды СРС позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях не менее 1 часа из двух (50% времени) отводится на самостоятельное решение задач. Лабораторные занятия строятся следующим образом:

1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).
2. Беглый опрос.
3. Решение 1-2 типовых задач.
4. Самостоятельное решение задач.
5. Проверка решения задач с обязательной работой над ошибками. Лабораторная или практическая работа считается выполненной при условии отсутствия ошибок.

Для проведения занятий необходимо иметь большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, причем эти задания могут быть дифференцированы по степени сложности. В зависимости от дисциплины или от ее раздела можно использовать два пути:

1. Давать определенное количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности, а оценку ставить за количество решенных за определенное время задач.
2. Выдавать задания с задачами разной трудности и оценку ставить за трудность решенной задачи.

По результатам самостоятельного решения задач следует выставлять по каждому занятию оценку.

При проведении лабораторных работ и учебных практик студенты могут выполнять СРС как индивидуально, так и малыми группами, каждая из которых

разрабатывает свою задачу. Выполненная задача затем рецензируется преподавателем и членами бригады. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышают роль СРС и усиливают стремление к ее качественному выполнению. Данная система организации практических занятий позволяет вводить в задачи научно-исследовательские элементы, упрощать или усложнять задания.

Активность работы студентов на обычных практических занятиях может быть усилена введением новой формы СРС, сущность которой состоит в том, что на каждую задачу студент получает свое индивидуальное задание (вариант), при этом условие задачи для всех студентов одинаковое, а исходные данные различны. Перед началом выполнения задачи преподаватель дает лишь общие методические указания (общий порядок решения, точность и единицы измерения определенных величин, имеющиеся справочные материалы и т.п.). Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем приучает студентов грамотно и правильно выполнять технические расчеты, пользоваться вычислительными средствами и справочными данными. Изучаемый материал усваивается более глубоко, у студентов меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

Выполнение лабораторного практикума, как и другие виды учебной деятельности, содержит много возможностей применения активных методов обучения и организации СРС на основе индивидуального подхода.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Разработка комплекса методического обеспечения учебного процесса является важнейшим условием эффективности самостоятельной работы студентов. К такому комплексу следует отнести тексты лекций, учебные и методические пособия, лабораторные практикумы, банки заданий и задач, сформулированных на основе реальных данных, банк расчетных, моделирующих, тренажерных программ и программ для самоконтроля,

автоматизированные обучающие и контролирующие системы, информационные базы дисциплины или группы родственных дисциплин и другое. Это позволит организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

В последние годы наряду с традиционными формами контроля - коллоквиумами, зачетами, экзаменами достаточно широко вводятся новые методы, то есть организация самостоятельной работы студентов производится на основе современных образовательных технологий. В качестве такой технологии в современной практике высшего профессионального образования часто рассматривается рейтинговая система обучения, позволяющая студенту и преподавателю выступать в виде субъектов образовательной деятельности, т.е. являться партнерами.

Тестовый контроль знаний и умений студентов, который отличается объективностью, экономит время преподавателя, в значительной мере освобождает его от рутинной работы и позволяет в большей степени сосредоточиться на творческой части преподавания, обладает высокой степенью дифференциации испытуемых по уровню знаний и умений и очень эффективен при реализации рейтинговых систем, дает возможность в значительной мере индивидуализировать процесс обучения путем подбора индивидуальных заданий для практических занятий, индивидуальной и самостоятельной работы, позволяет прогнозировать темпы и результативность обучения каждого студента.

Тестирование помогает преподавателю выявить структуру знаний студентов и на этой основе переоценить методические подходы к обучению по дисциплине, индивидуализировать процесс обучения. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.

Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы.

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. Первичное - эти внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятного олова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача вторичного чтения полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой.
Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания.

Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).
- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...
- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).
- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).
- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт

показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).
- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

— информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

— усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

— аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему) творческая (создает у

— читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких ***видов чтения***:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию

автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При

конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя *студент должен:*

– освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ГОС ВПО/ГОС СПО) по данной дисциплине.

– планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

– самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.

– выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может: сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

– самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала; предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки; – в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы; – предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы; использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня; использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы зияний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности.

Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией; - величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности; - правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов),* причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра*.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу,

требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее

утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам.

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неутомительные занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному

предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).
- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

Правила написания научных текстов:

- Важно разобраться сначала, какова истинная цель Вашего научного текста - это поможет Вам разумно распределить свои силы, время и.
- Важно разобраться, кто будет «читателем» Вашей работы.
- Писать серьезные работы следует тогда, когда есть о чем писать и когда есть настроение поделиться своими рассуждениями.
- Как создать у себя подходящее творческое настроение для работы над научным текстом (как найти «вдохновение»)? Во-первых, должна быть идея, а для этого нужно научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, важно уметь отвлекаться от окружающей суеты (многие талантливые люди просто «пропадают» в этой суете), для чего важно уметь выделять важнейшие приоритеты в своей учебно-исследовательской деятельности. В-третьих, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.
- Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать

свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т, п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

- Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

.

7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов

Для нормальной самостоятельной работы студент должен быть обеспечен достаточным количеством учебных пособий разного вида. Чем более разнообразны учебные пособия, тем более успешна будет самостоятельная работа студента, так как каждый может выбрать себе учебное пособие по силам, по склонностям, по материальным возможностям. Должны быть пособия краткие и подробные, с неглубокими и глубокими теоретическими обоснованиями, теоретического и практического содержания. Нужны справочники, конспекты-справочники, учебники. Часть учебных пособий должна находиться в учебной студенческой библиотеке, часть пособий студент должен иметь возможность купить для личного пользования в книжном магазине учебного заведения. Основная часть учебных пособий должна быть в бумажном виде (книги, брошюры, чертежи и т.д.).

Наряду с ними нужно создавать, накапливать в учебных фондах и продавать учебные пособия электронного вида. Этот вид учебных пособий в обозримом будущем не может стать основным и вряд ли когда-нибудь станет. Это – вспомогательные, дополнительные учебные пособия, используемые в основном для заочного, дистанционного образования. Количество учебных пособий в учебном фонде библиотеки должно быть таким, чтобы каждый студент мог получить хотя бы один из рекомендованных учебников.

Многоуровневая система высшего образования должна предоставлять человеку условия для развития его потенциальных возможностей и наиболее полного удовлетворения потребности личности в самореализации. Поэтому на каждом из уровней подготовки самостоятельная работа студентов (СРС) есть обязательное условие, которое должно быть соблюдено для достижения проектируемых результатов обучения. Правильная (психологически и дидактически обоснованная) организация СРС при изучении каждой дисциплины – это один из основных педагогических путей развития и становления творческих качеств личности учащегося на каждом уровне обучения.

Из дидактики следует, что для непрерывного развития учащегося и становления его как творческой личности все элементы содержания образования (знания, умения и навыки, опыт творческой и оценочной деятельности), выделенные в рамках определенной дисциплины, должны быть им усвоены с установкой на перенос и активное использование. Поэтому на первом уровне обучения каждого студента по каждой учебной дисциплине нужно снабдить комплектом учебно-методических материалов, помогающих ему организовывать самостоятельную работу. В такой комплект обязательно должны входить: программа, адаптированная для студента; учебная литература (учебник, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ); система заданий для самостоятельной работы студентов; методические указания по организации самостоятельной работы при выполнении заданий по разным видам занятий, включая и курсовые работы (проекты).

На втором и третьем уровнях обучения их следует снабдить методическими указаниями по выполнению выпускной работы, завершающей подготовку специалиста. Программа должна содержать: обоснование необходимости изучения дисциплины, написанное в убеждающей и понятной для студентов форме; четкую формулировку цели изучения и задач, которые должны быть решены для достижения общей цели; последовательность тем и разделов курса дисциплины, обязательных для данного направления подготовки; перечень видов деятельности, которые должен освоить студент, выполняя задания по дисциплине; перечни методологических и предметных знаний, общеобразовательных и специальных умений (с указанием уровня их усвоения), которыми необходимо овладеть в процессе изучения данной дисциплины; сроки и способы текущего, рубежного и итогового контроля уровня усвоения знаний сформированности умений.

Учебная литература по содержанию и последовательности представления материала должна соответствовать программе. Объем, научный уровень и стиль изложения должны

позволять каждому студенту самостоятельно усвоить приведенный в ней материал за время, отведенное на его изучение, и овладеть знаниями, умениями, видами деятельности, перечисленными в программе. Для обеспечения терминологической однозначности в системе знаний, усваиваемых студентом, каждое учебное пособие (или другой вид учебной литературы) должно содержать словарь основных терминов, используемых в нем.

Задания для самостоятельной работы должны быть конкретными. Их содержание, соответствуя программе, должно знакомить студентов с современными методами решения задач данной дисциплины.

Структура заданий должна соответствовать принципу доступности: от известного к неизвестному и от простого к сложному, а трудоемкость – времени, выделенному программой на самостоятельную работу по изучению данной темы. В заданиях следует указывать знания и умения, которыми должен овладеть студент по мере их выполнения. Кроме того, в них нужно включать вопросы для самоконтроля и взаимного контроля, тесты и контрольные вопросы для оценки и самооценки уровня усвоения знаний, сформированности умений.

Методические указания по организации СРС на каждом уровне обучения должны способствовать непрерывному развитию у них рациональных приемов познавательной деятельности в процессе изучения конкретных дисциплин. Основное назначение всех методических указаний – дать возможность каждому студенту перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Поэтому они должны содержать подробное описание рациональных приемов выполнения перечисленных видов деятельности, критериев оценки выполненных работ, а также рекомендации по эффективному использованию консультаций и по работе при подготовке и сдаче экзаменов.

Каждый из названных учебно-методических материалов влияет в большей степени на один из этапов усвоения знаний и видов деятельности, но одновременно способствует осуществлению других этапов и более полной реализации их задач.

Так, программа с четко выделенной целью и перечнем задач, влияющих на ее достижение, определяет мотивационный этап и способствует организации деятельности на всех остальных, указывая последовательность изучаемых разделов, сроки контроля. Учебная литература служит информационной основой, прежде всего для ориентировочного этапа. В

то же время работа с литературой усиливает мотивацию, если изложение материала по уровню сложности соответствует зоне ближайшего развития студента; помогает осуществлению исполнительского и контрольного этапов, если в ней указаны особенности выполнения заданий, даны контрольные вопросы.

Задания для самостоятельной работы организуют исполнительский этап, задавая последовательность видов деятельности, необходимых для усвоения знаний и приобретения умений. Так как задания содержат средства контроля, то они определяют и контрольный этап.

Вопросы и задачи в заданиях требуют от студента не только воспроизведения знаний, но и проявления творчества, формируют и развивают его опыт творческой деятельности. Это расширяет основы мотивации, усиливает и укрепляет ее. В целом содержание и структура заданий, отвечающих перечисленным требованиям, позволяет регулярно занимающимся студентам получать удовлетворение от самостоятельно выполненной работы. Такой эмоциональный фон, в свою очередь, формирует положительное отношение к выполненному делу, а через него – и к изучаемой дисциплине.

Методические указания по организации СРС способствуют грамотному и рациональному осуществлению исполнительского этапа, обеспечивают контрольный этап. Для этого виды деятельности, активно используемые при изучении дисциплины, должны быть подробно описаны в указаниях с выделением последовательности действий и даже операций. В этом случае сами виды деятельности становятся предметом изучения, что дает верное направление ориентировочному этапу и, безусловно, усиливает мотивацию обучения. Работа студентов с такими методическими указаниями позволяет им уже при изучении общенаучных дисциплин усвоить полную и обобщенную ориентировочную основу для каждого из таких видов деятельности, как работа с литературой, проведение эксперимента, решение задач.

Таким образом, создание для каждой учебной дисциплины рассмотренного комплекта учебно-методических материалов обеспечивает обязательные этапы усвоения знаний, видов деятельности, опыта творчества, Снабжение таким комплектом каждого студента – необходимое условие полной реализации в процессе обучения всех возможностей
СРС как вида познавательной деятельности, метода и средства учения и преподавания.

8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этом пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение

оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебе с будущей профессиональной деятельности.

Список используемой литературы

1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ) 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (УРОВЕНЬ СПЕЦИАЛИТЕТА)

2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы./ ГОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова». 2010г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.О.22 ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Соколов А.С.

Одобрены на заседании кафедры
Экономики и менеджмента
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 29.08.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специальности 21.05.04 Горное дело при организации самостоятельной работы по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» в рамках подготовки и защиты контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы в виде реферата, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата студент может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;
- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Студент для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Студенту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем студенту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом следует сразу же составлять библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.
Оглавление (план, содержание).
Введение.
1. (полное наименование главы).
   1.1. (полное название параграфа, пункта);
   1.2. (полное название параграфа, пункта).
2. (полное наименование главы).
   2.1. (полное название параграфа, пункта);
   2.2. (полное название параграфа, пункта).
Заключение (выводы).

} Основная часть

Библиография (список использованной литературы).
Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление(план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение(выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме, рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография(список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты, как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и помарки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта TimesNewRoman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется студентом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что…», «таблица позволяет заключить, что…» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире.

Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте реферата должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «…в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «…в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «…на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «…в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // Экономист. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Коршунов В.В. Экономика организации: Учебник и практикум / Коршунов В.В. – М.-Юрайт, 2016, - 408с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономика горного предприятия: учебник / под ред. В. Е. Стровского, С. В. Макаровой, В. Г. Жукова. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 340 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // Аргументы и факты. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «Под трансакцией понимается обмен какими-либо благами, услугами или информацией между двумя агентами» [10, С. 176].

В списке использованных источников:

10. *Сухарев О. С.* Институциональная экономика: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры /О.С. Сухарев. М.: Издательство Юрайт, 2016. 501 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1.Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.

2.Ответы студента на вопросы преподавателя.

3.Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы студенту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.

- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

1. Основные производственные фонды, классификация
2. Износ основных производственных фондов, виды износа
3. Учет и оценка основных производственных фондов
4. Показатели эффективности использования основных производственных фондов
5. Оборотные средства предприятия, классификация
6. Показатели эффективности использования оборотных средств
7. Трудовые ресурсы предприятия, классификация
8. Производительность труда
9. Формы и системы оплаты труда
10. Себестоимость продукции
11. Классификация затрат
12. Амортизация основных производственных фондов
13. Нематериальные активы, классификация
14. Финансовые результаты деятельности предприятия
15. Показатели рентабельности
16. Факторы снижения себестоимости продукции
17. Инновационная деятельность предприятий
18. Налоги и налогообложение предприятий
19. Контроллинг
20. Цены и ценообразование
21. Характеристика и виду организационных структур управления
22. Влияние внешней среды на деятельность организации.
23. Особенности ведения деловых переговоров.
24. Власть и лидерство: сущность и значение.

25. Виды конфликтов в организации и пути выхода из них
26. Управление персоналом на предприятии
27. Мотивация персонала: виды и значение для деятельности фирмы.
28. Коммуникация и коммуникационные процессы в организации.
29. Принятие управленческих решений.
30. Характеристика деловой этики.
31. Жизненный цикл организации.
32. Сущность и значение самоменеджмента.
33. Зарубежный опыт управления организацией.
34. Стратегическое планирование и его значение.
35. Внедрение изменений на предприятии: барьеры и мероприятия, направленные на адаптацию персонала к нововведениям.
36. Харизматичность: сущность, значение и способы развития харизмы.
37. Мероприятия, способствующие повышению конкурентоспособности фирмы.
38. Применение конкурентных стратегий.
39. Влияние информационных технологий на успех деятельности фирмы.
40. Основные методы определения эффективности управления.
41. Миссия и цели организации.
42. Основные модели принятия решений.
43. Современная модель управления организацией.
44. Реинжиниринг: характеристика и значение.
45. Характеристика тайм-менеджмента.
46. Управление издержками на предприятии.
47. Виды рисков в менеджменте.
48. Отличительные черты систем управления зарубежных стран.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Критерии оценивания:

достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

использование профессиональной терминологии;
использование литературных источников.

Правила оценивания:

Каждый показатель оценивается в 1 балл

Критерии оценки:

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»
5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»
0-4 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы (реферата)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Инженерно-экономический факультет

Кафедра экономики и менеджмента

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (РЕФЕРАТ)

по дисциплине
«Экономика и менеджмент горного производства»

на тему:

ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФОНДЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ

Руководитель:
Соколов А.С.
Студент гр. ГМО-21
Иванов Иван Иванович

Екатеринбург – 20__

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.22 ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Соколов А. С.

Одобрены на заседании кафедры
Экономики и менеджмента
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 29.08.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности;с другой стороны – этоспособ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практическихзанятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа –лекционные, практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в деловых играх и дискуссиях, выполнение письменных домашних заданий, Контрольных работ (рефератов и т.п.) и курсовых работ (проектов), докладов и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процессаобучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и сдаче *экзамена*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладетьфундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельностипо профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, инаправлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экономика и менеджмент горного производства» являются:

- повторение материала лекций;

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка доклада с презентацией, подготовка к дискуссии, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания, подготовка к деловой игре);

- подготовка контрольной работы (реферата);

- подготовка к экзамену.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Раздел 1. Организация (предприятие) как субъект хозяйствования

Тема 1.1. Определение, цели и направление деятельности

1. Дайте определение следующим понятиям. Предприятие. Юридическое лицо. Субъект хозяйствования.

2. Основные цели и задачи создания предприятия.

3. Охарактеризуйте основные направления деятельности горнодобывающих предприятий.

Тема 1.2. Правовые основы функционирования предприятия

1. Перечислите основные законодательные акты регламентирующие деятельность предприятия.

2. В чем отличие юридического лица от физического?

3. Назовите основные формы собственности организаций.

Тема 1.3. Классификация и структура предприятий. Добровольные и институциональные объединения предприятий (организаций)

1. Опишите основные классификации предприятий.

2. Что такое организационная структура предприятия, основные виды структур?

3. Перечислите Добровольные и институциональные объединения предприятий (организаций). Дайте их характеристику.

Тема 1.4. Рыночная среда хозяйствования предприятий и организаций

1. Что такое рыночная среда хозяйствования?

2. Что такое рынок? Виды рынков.

3. Основные функции рынка.

Раздел 2. Ресурсы организации (предприятия): основной и оборотный капитал, трудовые ресурсы и показатели эффективности их использования.

Тема 2.1. Основной капитал

1. Состав и классификация основного капитала и основных фондов

2. Перечислите виды оценки и методы переоценки основных фондов

3. Основные виды износ основных фондов

4. Перечислите основные показатели состояния, движения и использования основных фондов

5. Что такое нематериальные активы предприятия

Тема 2.2. Оборотный капитал

1. Основные понятия, состав, источники формирования и классификация оборотных средств

2. Опишите процесс оценки оборотных производственных фондов

3. Раскройте порядок нормирования оборотных средств

4. Определение потребности предприятия в оборотных средствах

5. Перечислите показатели использования оборотных средств

Тема 2.3. Трудовые ресурсы

1. Охарактеризуйте рынок труда в РФ

2. Дайте определение трудовые ресурсы, кадры, персонал предприятия, их состав

3. Раскройте основные понятия и показатели производительности труда

4. Перечислите факторы и резервы роста производительности труда

5. Перечислите основные формы и системы оплаты труда

Раздел 3. Формирование себестоимости, финансовые результаты, рентабельность, ценообразование, налогообложение на предприятии

Тема 3.1. Себестоимость производства и реализации продукции

1. Группировка затрат по экономическим элементам

2. Смета затрат на производство и реализацию продукции. Структура затрат

3. Группировка затрат по калькуляционным статьям

4. Классификация затрат

5. Методы калькулирования продукции

6. Экономическая оценка снижения себестоимости продукции

Тема 3.2. Финансовые результаты деятельности предприятия, показатели рентабельности.

1. Доходы, расходы и прибыль предприятия

2. Рентабельность: виды и показатели

3. Раскройте сущность финансов

4. Перечислите основные финансовые ресурсы предприятия и их источники

Тема 3.3. Ценообразование, налогообложение на предприятии

1. Раскройте основные понятия и функции цены

2. Формирование цен на продукцию

3. Что такое ценовая политика на различных рынках?

4. Перечислите методы ценообразования

5. Основные понятия налогообложение и налоги

6. Перечислите основные налоги, уплачиваемые предприятиями

Раздел 4. Производственный процесс, производственная структура, организация и планирование деятельности организации (предприятия)

Тема 4.1. Производственный процесс, производственная структура

1. Дайте определение производственной мощности предприятия

2. Расчет производственной мощности

3. Виды, показатели и пути улучшения использования производственной мощности

4. Дайте определение производственному процессу и производственной структуре.

Тема 4.2. Организация и планирование деятельности организации (предприятия)

1. Перечислите основные цели и принципы планирования

2. Классификация планов предприятия

3. Перечислите основные методы планирования
4. Сущность организации управления предприятием
5. Перечислите типы организационных структур управления предприятием
6. Раскройте механизм управления предприятием

Раздел 5. Инвестиционная, инновационная и аналитическая деятельность организации (предприятия).

1. Сущность и свойства инноваций
2. Классификация инноваций и их специфика
3. Что такое инновационная политика?
4. Дайте характеристику понятий инвестиции и инвестиционная деятельность предприятия
5. Суть инвестиционной политики предприятия
6. Перечислите методы оценки эффективности инвестиционных проектов

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Организация (предприятие) как субъект хозяйствования

Тема 1.1. Определение, цели и направление деятельности

Организация.

Предприятие.

Хозяйствующий субъект.

Юридическое лицо.

Физическое лицо.

Природные ресурсы.

Природный капитал.

Тема 1.2. Правовые основы функционирования предприятия

Законодательные акты.

Предпринимательская деятельность

Регистрация собственности

Права и ответственность

Тема 1.3. Классификация и структура предприятий. Добровольные и институциональные объединения предприятий (организаций)

Структура организационно-правовых форм

Объединения.

Общества

Товарищество

Акции

Учредители

Тема 1.4. Рыночная среда хозяйствования предприятий и организаций

Рынок

Конкуренция

Внешние и внутренние факторы

Раздел 2. Ресурсы организации (предприятия): основной и оборотный капитал, трудовые ресурсы и показатели эффективности их использования.

Тема 2.1. Основной капитал

Основные производственные фонды

Переоценка основных средств

Износ

Амортизация

Нематериальные активы

Фондоотдача

Фондоемкость

Фондовооруженность

Тема 2.2. Оборотный капитал

Оборотные средства

Нормирование

Оборот оборотных средств

Производственные запасы

Дебиторская задолженность

Тема 2.3. Трудовые ресурсы

Рынок труда

Трудовые ресурсы

Персонал

Производительность труда

Выработка

Оплата труда

Тариф

Расценка

Раздел 3. Формирование себестоимости, финансовые результаты, рентабельность, ценообразование, налогообложение на предприятии

Тема 3.1. Себестоимость производства и реализации продукции

Затраты

Смета

Калькуляция

Издержки

Расходы

Тема 3.2. Финансовые результаты деятельности предприятия, показатели рентабельности.

Доходы

Расходы

Прибыль

Рентабельность

Финансы

Выручка

Тема 3.3. Ценообразование, налогообложение на предприятии

Цена

Ценовая политика
Ценообразование
Налоги
Налоговый кодекс
Ставка налога

Раздел 4. Производственный процесс, производственная структура, организация и планирование деятельности организации (предприятия)

Тема 4.1. Производственный процесс, производственная структура
Производственная мощность
Производственный процесс
Структура
Участок
Цех

Тема 4.2. Организация и планирование деятельности организации (предприятия)

Планирование
Организация
План
Бюджет
Структура управления
Механизм управления

Раздел 5. Инвестиционная, инновационная и аналитическая деятельность организации (предприятия).

Инвестиции
Инновации
Инвестиционная политика
Инновационная политика
Аналитика

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов,

терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую

очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности,

повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА С ПРЕЗЕНТАЦИЕЙ

Одной из форм текущего контроля является доклад с презентацией, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад с презентацией - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада с презентацией является обязательной для обучающихся, если доклад презентацией указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;

• составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;

• подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;

• подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;

• создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;

• просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным сред-

ством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения

профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;
- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;
2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примерные практико-ориентированные задания

Задача 1.Рассчитать и сравнить размер амортизационных отчислений за 3 месяца при линейном и нелинейном методах начисления по следующим данным:

Основные фонды	Балансовая стоимость, руб.	Нормативный срок службы, мес.
1. Рабочее оборудование	3700000	144
2. Транспортные средства	12650000	78
3. Оргтехника	1780000	54
4. Здание производственное	546102000	300

Задача 2.Рассчитать размер ежегодных и общую сумму лизинговых платежей по следующим данным:

- стоимость оборудования, взятого в лизинг – 625000 руб.;
- нормативный срок службы, лет - 12 лет;
- договор лизинга заключен на 5 лет;
- процентная ставка за кредит – 10,5% годовых (от среднегодовой стоимости);
- комиссионные выплаты по лизингу – 4,0% (от среднегодовой стоимости);
- НДС – 20%

Амортизационные отчисления производятся линейным методом.

Задача 3.Удельный расход сырья на единицу выпускаемой продукции 0,25 т/т; выпуск продукции составил 90000 т/год; годовой фонд рабочего времени предприятия 360дней; цена сырья 150 руб./кг; число поставок за год -12. Определить норматив оборотных средств по производственным запасам сырья с учетом текущего запаса, руб.

Задача 4.Продолжительность оборота оборотных средств в предыдущем году – 60 дней, в отчетном году – 55 дней. При объеме выпуска продукции в отчетном периоде – 720 млн. руб. определить относительное высвобождение оборотных средств (млн. руб.).

Задача 5. Определить явочный, списочный штат персонала, среднемесячный ФЗП по следующим данным:

- категория персонала – нормируемые рабочие;
- плановый годовой объем выпуска продукции - 1 520 000 ед. продукции в год,
- сменная норма выработки - 5,6 ед. продукции / в смену,
- годовой фонд рабочего времени предприятия - непрерывный,
- продолжительность рабочей недели – 6 дней,
- продолжительность отпуска – 36 дней
- число плановых невыходов – 3 дня,
- продолжительность раб. дня - 8 час.
- средняя заработная плата - 23400 руб./ мес.

Задача 6. Рассчитать заработную плату (за месяц) рабочего V разряда, находящегося на повременной оплате труда по следующим данным:

- тарифная ставка по V разряду 143,2 руб./ час
- отработано - 24 смены за месяц;

в т.ч.: - 36 ч - отработано в ночное время (размер доплат - % к тарифу);

- 24 ч – отработано в праздничные дни (оплата по двойному тарифу);

- продолжительность смены – 12 часов,

План производства выполнен на 110%. По положению о премировании за 100% выполнение плана % премии – 45%, за каждый % перевыполнения премия – 5%.

Задача 7.

Производственная мощность предприятия 1000 ед. продукции;
Цена единицы продукции – 20 тыс. руб.;
Постоянные затраты - 4 000 тыс. руб.;
Переменные расходы на единицу продукции – 12 тыс. руб.
Определить:

- маржинальный доход;
- долю маржинального дохода в выручке;
- безубыточный объем продукции в натуральном и стоимостном выражении;
- запас финансовой прочности, %;
- объем реализации продукции для получения заданной прибыли.

Задача 8.На основе рассчитанной калькуляции затраты на производство единицы продукции составляют 1500 руб. Затраты на реализацию единицы продукции составляют 250 руб. Рентабельность продукции определена на уровне 25 % по отношению к полной себестоимости. Ставка НДС 20 %. Определить планируемую отпускную цену единицы изделия на основе затратного подхода.

Задача 9. Имеются два варианта организации производства и реализации продукции А и В, со следующими показателями:

Показатели по вариантам проектов	Данные по вариантам проектов	
	А	В
Объем спроса, ед. продукции в год.	1200	5000
Цена продукции, тыс. руб./ед.	10	10
Постоянные затраты, тыс. руб.	4500	10000
Переменные затраты на единицу про-	7200	6700

дукции, руб./ед.		

Обосновать и выбрать лучший вариант проекта по критерию безубыточности и доле покрытия затрат.

Задача 10. Определить ЧДД и ИД проекта за расчетный период по следующим данным:

год	1	2	3	4	5
Доходы, тыс. руб.	120	150	290	200	350
Инвестиции, тыс. руб.	600	200	100	-	-

Реальная норма доходности $E_{реал}$= 14%.

Задача 11. Имеются три варианта вложения средств в инвестиционный проект, в котором предполагается получить доход:

1 год – 38,5 млн. руб.;

2 год – 46,2 млн. руб.;

3 год – 77,0 млн. руб.

Поступления доходов происходит в конце соответствующего года; прогнозируемая норма доходности составляет соответственно:

1 год – 11 %;

2-й год – 13,5%;

3 год – 20%.

Какой из вариантов строительства является наиболее выгодным, если инвестиции в течение 1-го года составят по вариантам:

1 вариант – 107,8 млн. руб.;

2 вариант – 115,5 млн. руб.

3 вариант - 123,2 млн. руб.

Задача 12. Собственные средства предприятия (Капитал резервы) 4766 тыс. руб.;

внеоборотные активы 11322 тыс. руб.;

запасы и затраты 1016 тыс. руб.;

долгосрочные обязательства 1918 тыс. руб.;

краткосрочные обязательства 11135 тыс. руб.

Определить показатели финансовой устойчивости ($Ф_c$, $Ф_m$, $Ф_o$) и сделать вывод по типу устойчивости предприятия.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их

может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Аккордная система оплаты труды предполагает оплату за...
   1. законченный объем работ
   2. выполнение определенных функций
   3. фактически отработанное время
   4. выполнение определенных работ

2. Амортизационные отчисления – это …
   1. затраты на поддержание основных средств в рабочем состоянии
   2. затраты на обновление основных средств
   3. денежное выражение физического износа
   4. перенос стоимости основных средств на себестоимость продукции

3. В результате увеличения норм выработки при сохранении объема выпуска продукции увеличится(-атся)
   1. фонд оплаты труда
   2. нормы выработки
   3. производительность
   4. численность

4. Группировка затрат по статьям сырье и материалы, топливо и энергия на технологические цели является частью ...
   1. предельных издержек
   2. переменных издержек
   3. сметы
   4. калькуляции

5. Затраты на управление и организацию производства являются...
   1. косвенными
   2. непроизводительными
   3. прямыми :
   4. основными

6. Капитальные вложения - это вложения в..

1. пополнение оборотных средств ;
2. подготовку персонала
3. рекламу
4. оборудование

7. К категории специалистов относятся...

1. начальники цехов
2. бригадиры
3. сменные мастера
4. экономисты цехов

8. Количество оборотов, выполненных оборотными средствами за период, характеризует...

1. коэффициент закрепления средств в обороте
2. рентабельность оборотных средств
3. коэффициент связывания средств в обороте
4. коэффициент оборачиваемости

9. К поступлениям от внереализационной деятельности относятся...

1. поступления от операций с ценными бумагами
2. поступления от продажи излишних активов
3. поступления от сдачи в аренду основных средств
4. выручка от реализации не основной продукции, работ, услуг

10. К промышленно - производственному персоналу относятся (-ится)...

1.специалисты бухгалтерии предприятия
2.персонал профилактория предприятия
3.сотрудники спортивной базы предприятия
4.сотрудники ДК предприятия

11. Маржинальный доход предприятия - это разница между___затратами.

1. выручкой и переменными
2. переменными и постоянными
3. выручкой и постоянными
4. общими затратами и постоянными

12. На сумму амортизационных отчислений влияют затраты на ____ оборудования.

1. содержание
2. текущий ремонт
3. капитальный ремонт
4. модернизацию

13. Основными факторами реального роста производительности труда на фирме являются...

1. повышение технического уровня производства, совершенствование управления и организации производства
2. увеличение количества персонала предприятия
3. увеличение заработной платы работников
4. делегирование полномочий, авторитарный стиль управления

14. Показатель фондоотдачи характеризует...

1.прибыть, приходящуюся на каждый рубль основных средств
2.уровень технической оснащенности труда
3.выпуск товарной продукции на 1 рубль основных средств
4.стоимость основных средств, необходимых для выпуска продукции на 1 рубль

15. Показатель рентабельности продаж характеризует величину

1.прибыли от реализации продукции, приходящуюся на 1 руб. капитала
2.прибыли от реализации продукции, о приходящуюся на 1 руб. выручки от реализации продукции
3.выручки от продаж продукции, приходящуюся на 1 руб. затрат
4.дохода, приходящуюся на 1 руб. затрат

16.Расходы, образующиеся в связи с организацией, обслуживанием производства и управлением им, называются ...

1. цеховыми
2. накладными
3. единовременными
4. прямыми

17. Сдельная расценка равна отношению часовой тарифной ставки и нормы...

1.часовой выработка
2.времени
3.обслуживания
4.управляемости

18. Цеховая себестоимость продукции - это затраты...

1. предприятия на производство данного вида продукции
2. цеха на выполнение технологических операций
3. цеха на выполнение технологических операций и управление цехом
4.цеха на управление производством

19. Для групп основных фондов, непосредственно связанных с отработкой месторождения, амортизационные отчисления рассчитываются:

1. по тонной ставке
2. по нормам амортизации
3. с учетом поправочных коэффициентов

20. Какой показатель используется для начисления налога на прибыль:

1. балансовая или валовая прибыль;
2. прибыль от реализации;
3. чистая прибыль;
4. льготы;
5. прибыль от реализации имущества.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «*Экономика и менеджмент горного производства*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Экономика и менеджмент горного производства*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на экзаменеособое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на экзамене (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к экзамену на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Уноров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практической работы по дисциплине

Б1.О.23 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Чиркова А. А., .канд. техн. наук.

Одобрены на заседании кафедры
Технической механики
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Волков Е. Б.
(Фамилия И. О.)
Протокол № 1 от 06.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И. О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

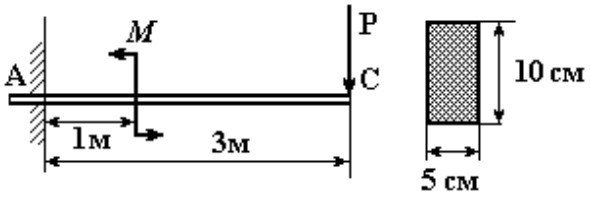
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

дисциплина

Б1.О.23 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Практико-ориентированные задания, направленные на оценку умений и навыков, формирующих компетенции УК-1.

1

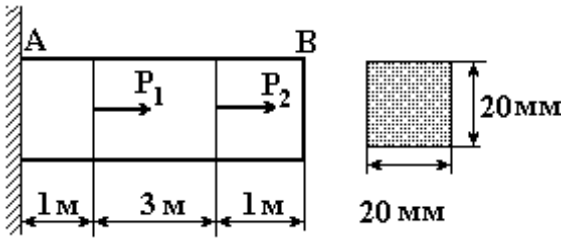


M = 10 кНм, P=20 кН,

σ_{adm}=140 МПа.

Построить эпюры *Q*, *M*.

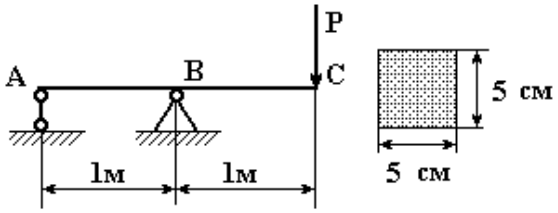
Проверить балку на прочность.



P_1=20 кН, P_2=30 кН, E=2×10^{5}МПа

Построить эпюры внутренних усилий, напряжений и растяжений. На сколько увеличится длина стержня в сечениях, где приложены силы

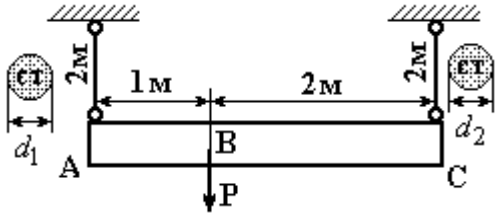
2



P=10 кН, E=2×10^{5}МПа.

Построить эпюры *Q*, *M*.

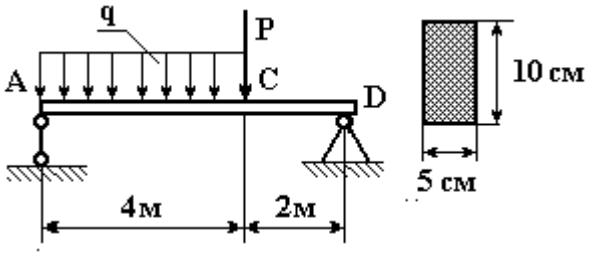
Определить прогиб в т. С.

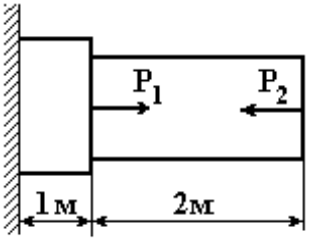


P= 45кН, d_1=d_2= 2см, E=2×10^{5}МПа.

Определить усилия, напряжения в стержнях и угол наклона балки к горизонту. Подобрать диаметры вертикальных стержней так, чтобы после их деформации балка оставалась горизонтальной.

3





A_1 =30 см^2 A_2 =20 см^2,

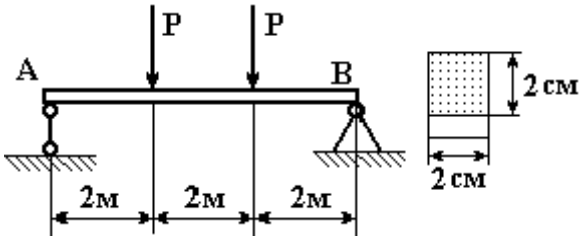
P_1 = 120 кН, σ_{adm}=140 МПа.

Какую силу P_2 нужно приложить к правому сечению бруса, чтобы общая длина бруса не

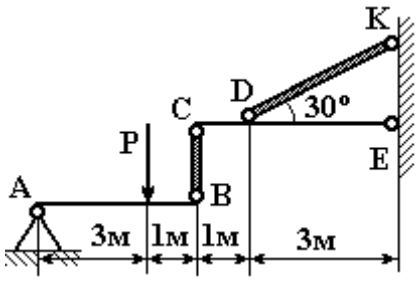
P=10кН, q = 5 кН/м, σ_{adm}=140 МПа
Построить эпюры *Q*, *M*.
Проверить балку на прочность.

изменилась?
Проверить балку на прочность.

4

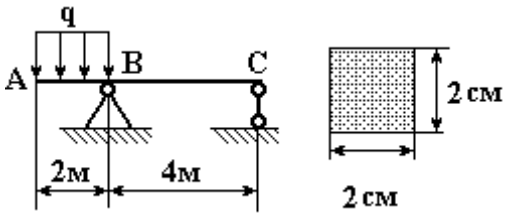


σ_{adm}=160 МПа
Найти максимальное значение сил P.
Построить эпюры *Q*, *M*.



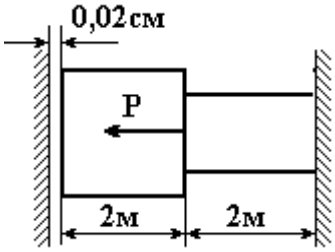
P = 60 кН, σ_{adm}= 140 МПа.
Определить диаметр круглых стержней BC и ДК, если после их деформации невесомые балки AB и CE остались горизонтальными.

5



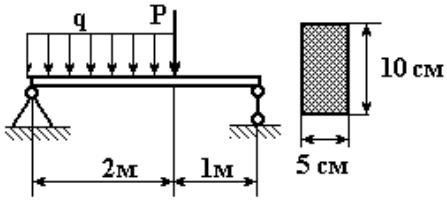
q = 2 кН/м, E=10^5МПа.

Построить эпюры *Q*, *M*.
Найти величину прогиба в т. А.



P = 200 кН, A_1 =25 $см^2$, A_2 =20 $см^2$ E=2×10^5 МПа.
Определить силу давления бруса на стенки.

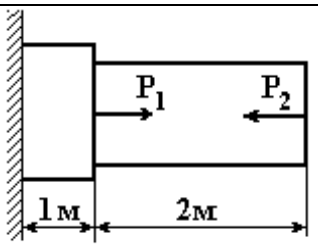
6



q = 2 кН/м.

Какую максимальную нагрузку P выдержит балка, если допустимое напряжение на изгиб σ_{adm}=240 МПа.

Построить эпюры *Q*, *M*. Проверить балку на прочность.

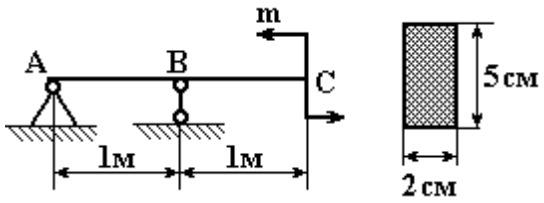


A_1 =30 см^2 A_2 =20 см^2,

P_1 = 120 кН, σ_{adm}=140 МПа.

Какую силу P_2 нужно приложить к правому сечению бруса, чтобы общая длина бруса не изменилась?

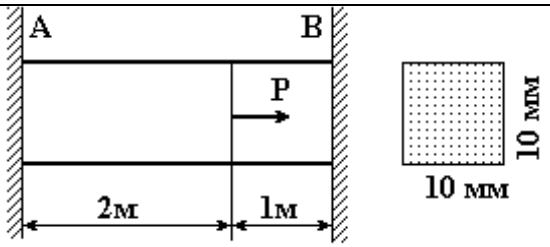
7



m = 10 кНм, E=2×10^5 МПа.

Найти угол прогиба в т. А и величину прогиба в т. С.

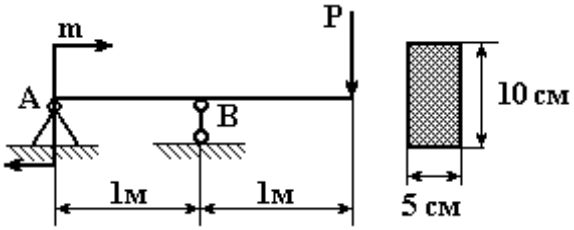
Построить эпюры *Q*, *M*.



P = 200 кН.

Определить реакции стенок и построить эпюру растяжения бруса, если модуль упругости E = 10^5 МПа.

8

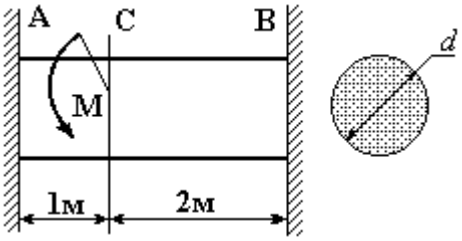


P = 6 кН, m = 2 кНм,

σ_{adm}=120 МПа, E = 10^5 МПа.

Проверить балку на прочность

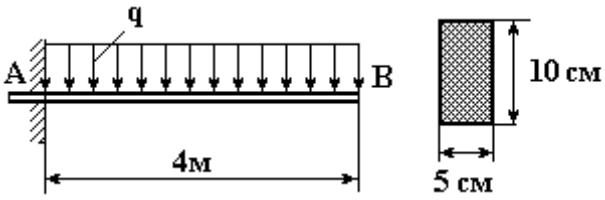
Определить угол прогиба в т А.



d = 10 см, φ_{adm} = 0,8°, G=8×10^4 МПа

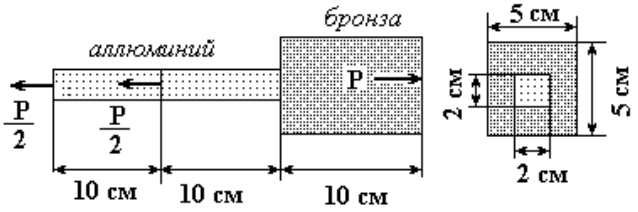
Из условия жесткости определить максимальную величину момента M.

9



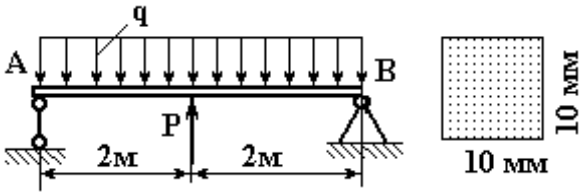
q = 2 кН/м, σ_{adm} = 150 МПа,
E = 2*10^5 МПа.

Проверить балку на прочность.
Найти величину прогиба в т.В



$E_{АЛ}$=0,75*10^5 МПа, $E_{БР}$=1,1*10^5 МПа.
При какой величине силы Р стержень удлинится на 0,2 мм.

10



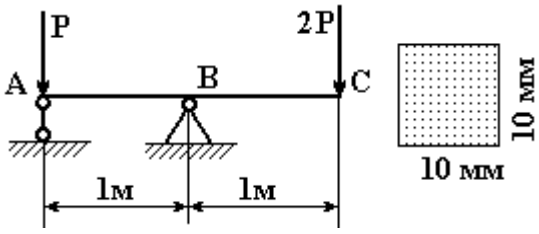
q = 2 кН/м, P=4кН, E = 2*105 МПа.

Определить угол прогиба в т. А.
Построитьэпюры Q, M.

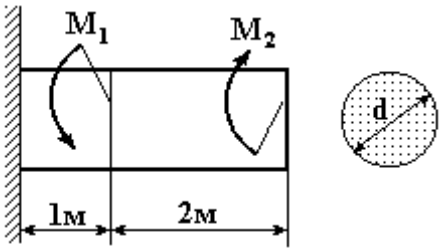


P = 20кВт, n = 600 об/мин.
φadm = 0,8°, τadm = 60 МПа, G=8×104 МПа.
Определить диаметры участков вала.

11

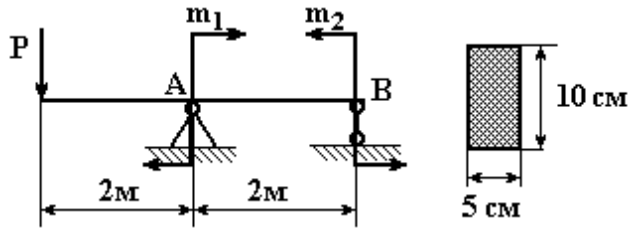


σ_{adm}=140 МПа.
Определить максимально допустимое значение сил Р
Построить эпюры *Q*, *M*.



M_1 = 5 кНм, M_2 = 8 кНм, τ_{adm} =80МПа, φ_{adm} = 0,5°, G=8×10^4 МПа.
Определить диаметр d вала.
Построить эпюру угла закручивания.

12

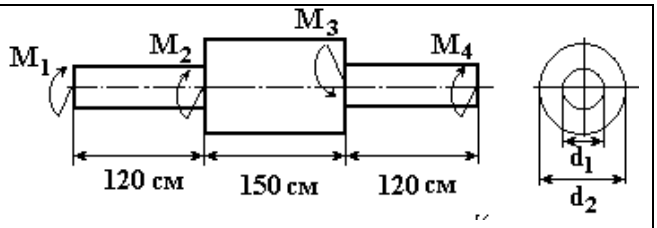


P =4 кН, $m_1 = m_2 = 5$ кНм,

E = $2*10^5$ МПа, σ_{adm}=240 МПа.

Проверить балку на прочность.

Определить угол прогиба в т.А

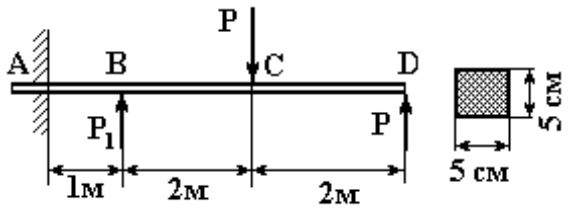


$M_1 = M_4$=11кНм, M_2=28кНм, M_3=50кНм

τ_{adm} =80МПа

Определить диаметры участков вала. Построить эпюру угла закручивания.

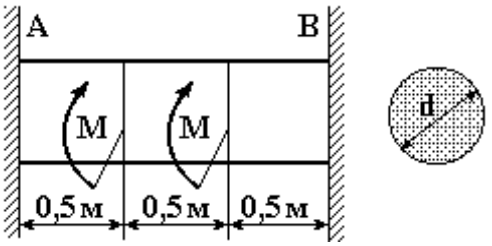
13



P_1 = 20кН, σ_{adm}=160 МПа.

Определить максимальное значение силы P

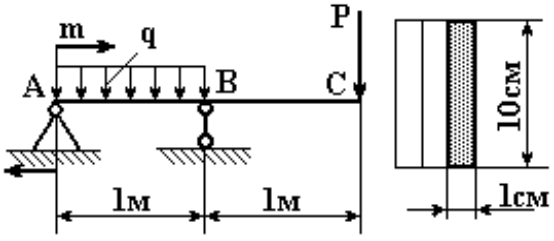
Построить эпюры *Q*, *M*.



M=8кНм, d=50мм, $G=8\times10^4$ МПа.

Определить реакции стенок A и B и угол закрутки среднего сечения вала

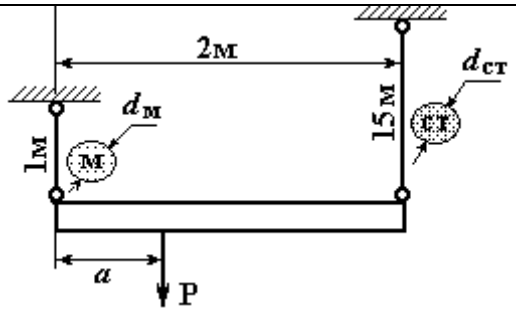
14



P = 6 кН, m=5 кНм, q = 10 кН/м.

Из скольких брусьев сечением 1×10см нужно составить перекрытие AC, если допускаемое напряжение на изгиб σ_{adm}=100 МПа.

Построить эпюры *Q*, *M*.

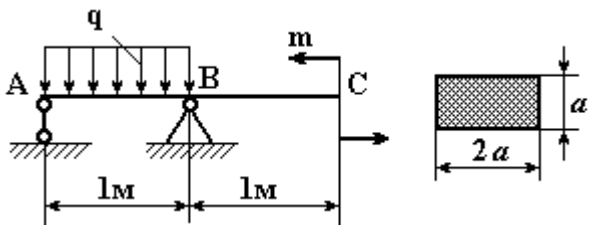


P = 30 кН, $d_м$=25мм, $d_{ст}$=20мм.

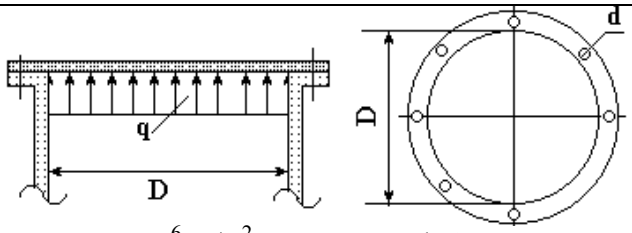
$E_{ст}=2*10^5$ МПа, $E_м=1{,}1*10^5$ МПа.

На каком расстоянии*а* должен быть помещен груз P, чтобы балка осталась горизонтальной? Определить напряжения и удлинения стержней.

15

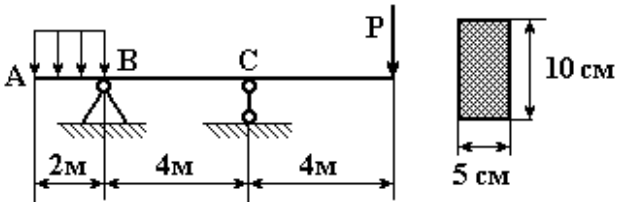


q = 10 кН/м, m=10кНм, σ_{adm}=150 МПа,
E = 2*10^5 МПа.
Определить размер сечения и угол прогиба балки в т. А.
Построить эпюры *Q*, *M*.

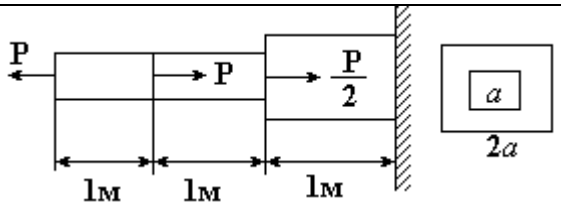


q=10^6 Н/м^2, D=350мм, d=18мм.
Какое количество болтов диаметром d необходимо для крепления крышки цилиндра, если допускаемое напряжение на растяжение материала болтов σ_{adm}=40МПа.

16



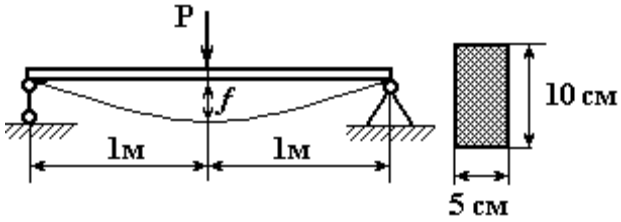
q = 2 кН/м, σ_{adm}=150 МПа
Определить силу P, если известно, что на участке BC изгибающее усилие равно нулю.
Проверить балку на прочность.
Построить эпюры *Q*, *M*.



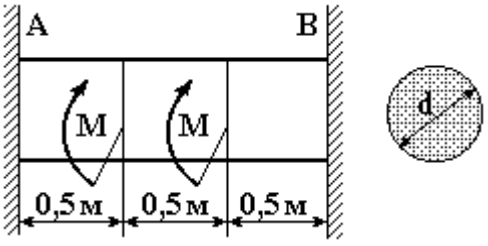
P=40кН, σ_{adm}=140 МПа

Подобрать квадратное сечение, определить напряжения на всех участках и полную деформацию стержня.

16

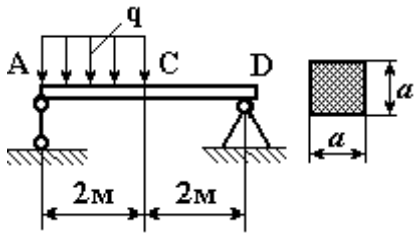


P = 4кН, прогиб *f*=2 см.
Определить модуль упругости материала балки и угол прогиба на ее краях.
Построить эпюры *Q*, *M*.



d=50мм, τ_{adm} =80МПа, G=8×10^4 МПа.
Определить максимальное значение момента M и угол закрутки среднего сечения вала

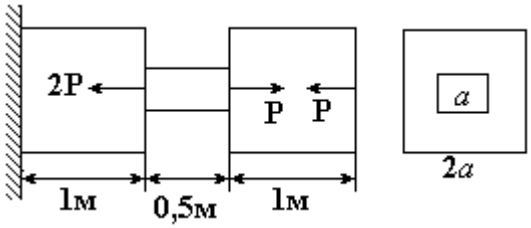
17



q = 5 кН/м, σ_{adm}=100 МПа,
E = 2*10^5 МПа.

Определить размер сечения и величину прогиба в т.С.

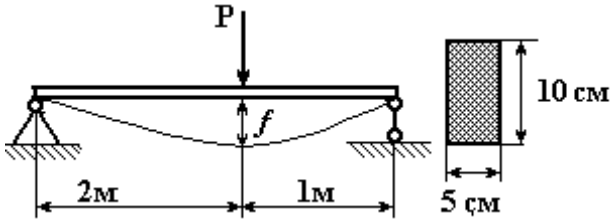
Построить эпюры *Q*, *M*.



P=10кН, σ_{adm}=120 МПа,
E = 2*10^5 МПа.

Определить размер сечения и деформацию стержня

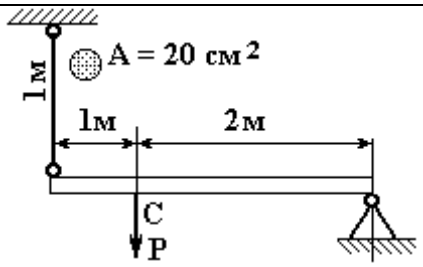
18



E=10^{5}МПа.

При какой нагрузке P прогиб *f* в сечении действия силы не превосходит величины 2мм?

Построить эпюры *Q*, *M*.

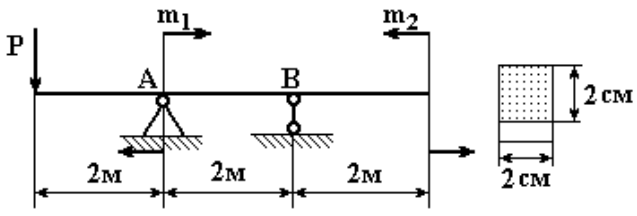


E=10^{5}МПа, P=100кН.

На сколько опустится т. С?

Каково напряжение в вертикальной стойке?

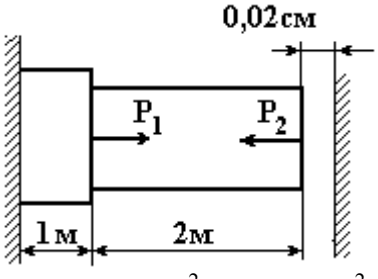
19



P=100кН, m_1= m_2=20кНм, E=10^{5}МПа

Определить угол прогиба в т. А.

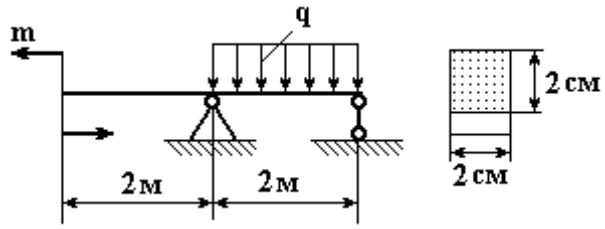
Построить эпюры *Q*, *M*.



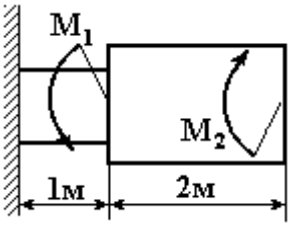
P = 200 кН, A_1 =25 см^2 , A_2 =20 см^2 E=2×10^5 МПа.

Определить величину и направление силы P_2 при условии касания бруса стенки без нажатия. Построить эпюру деформации стержня.

20

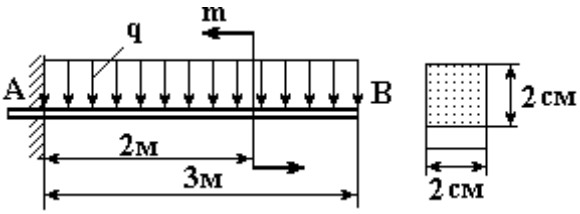


m=20кНм, q = 5 кН/м, E=2×10^5 МПа.
Определить прогиб и угол прогиба в сечении, где действует момент.
Построить эпюры *Q*, *M*.

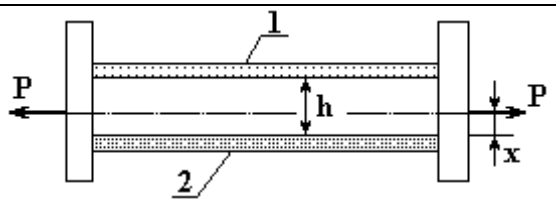


M_1 = 5 кНм, M_2 = 8 кНм, τ_{adm} =80МПа,
G=8×10^4 МПа.
Определить диаметры участков вала, максимальные напряжения и угловую деформацию вала.

21

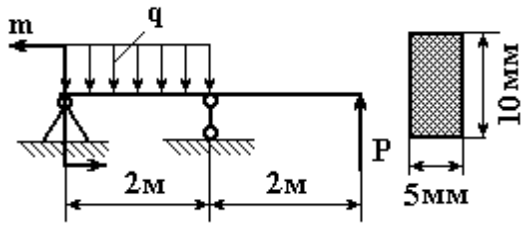


q = 2 кН/м, E=10^5 МПа.
При каком значении момента прогиб в конце балки равен нулю?
Построить эпюры изгибающих усилий и изгибающих моментов.

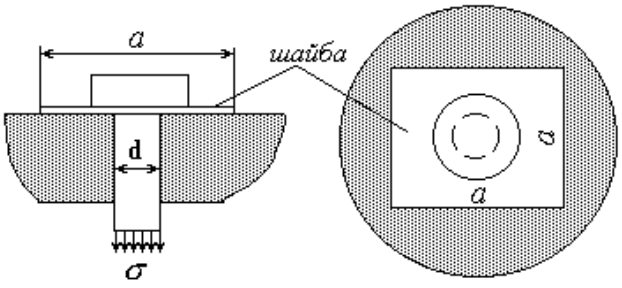


A_1=10см^2, A_2=20см^2, h=1м, P=100кН.
E_1=$2*10^5$МПа E_2=10^5МПа,
Определить точку приложения сил P (расстояние x) так, что при растяжении стержней 1 и 2 вертикальные балки остаются параллельными. Определить напряжения в стержнях.

22

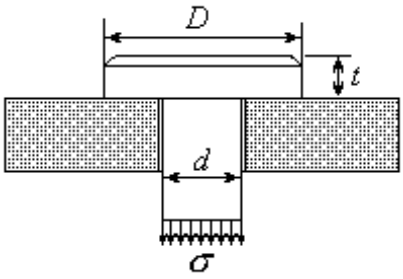


q = 10 кН/м, m=10кНм, σ_{adm}=150 МПа,
E = $2*10^5$ МПа.
Определить допустимую силу P. Найти угол прогиба балки в среднем сечении. Построить эпюры *Q*, *M*.



d=30мм,напряжение растяжения болта σ= 80 МПа
Определить сторону *a* квадратной шайбы, при напряжении смятия опорной стенки $\sigma_{смadm}$=1МПа.

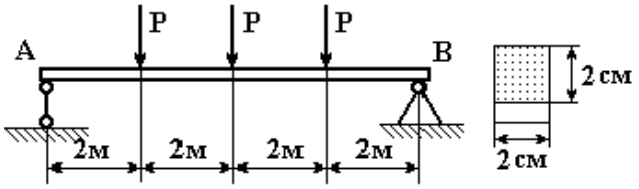
23



напряжение растяжения болта σ = 100МПа, d=100мм

Допустимое напряжение смятия головки болта $\sigma_{см\ adm}$=40МПа, среза $\tau_{ср\ adm}$ =50 МПа.

Определить диаметр головки D и ее высоту t.

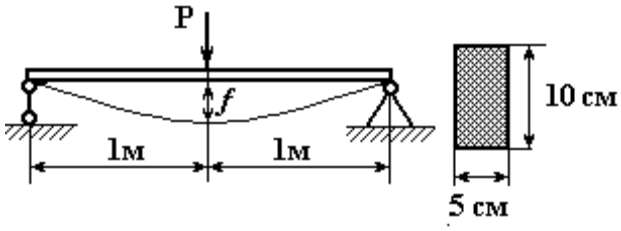


E=10^5МПа.

Какую нагрузку P можно допустить, чтобы максимальный прогиб не превосходил 2мм?

Построить эпюры Q, M.

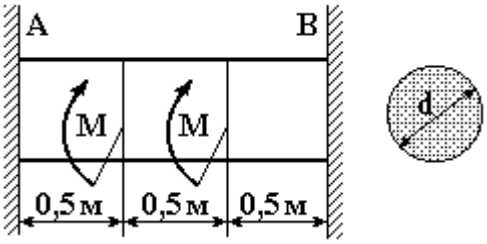
24



P = 8кН, прогиб f=2 см.

Определить модуль упругости материала балки и угол прогиба на ее краях.

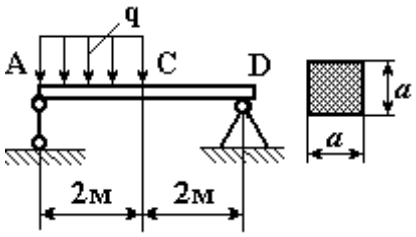
Построить эпюры Q, M.



d=55мм, τ_{adm} =120МПа, G=8×10^4 МПа.

Определить максимальное значение момента M и угол закрутки среднего сечения вала

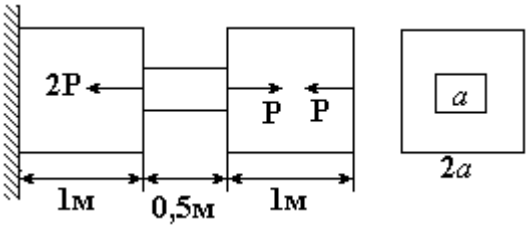
25



q = 7 кН/м, σ_{adm}=150 МПа,
E = $2*10^5$ МПа.

Определить размер сечения и величину прогиба в т.С.

Построить эпюры Q, M.



P=18кН, σ_{adm}=160 МПа,
E = $2*10^5$ МПа.

Определить размер сечения и деформацию стержня

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению расчётно-графической работы

по дисциплине

Б1.О.24 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Ионова Л. А., ассистент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Электротехники	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Угольников А. В.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 09.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

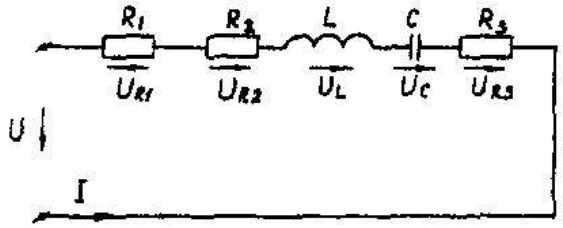
Екатеринбург

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Тема 4. «Анализ и расчёт линейных цепей синусоидального тока»

*Задача 1. «*Последовательное соединение в цепи синусоидального тока».

На рисунке представлена неразветвленная электрическая цепь.



Исходные данные к задаче:

Вариант	R_1, Ом	R_2, Ом	L, Гн	C, мкФ	R_3, Ом	U_{R1}, В	U_{R3}, В
1	8	10	0,478	636	10	80	-
2	8	15	0,0318	159	10	80	-
3	10	20	0,0636	318	12	100	-
4	10	25	0,0478	127	12	100	-
5	12	10	0,0318	159	6	120	-
6	12	15	0,0636	636	6	-	60
7	6	25	0,0478	106	8	-	80
8	6	10	0,0636	212	8	-	80
9	8	15	0,0636	79,6	10	-	100
10	8	20	0,0478	318	10	-	100
11	10	20	0,096	79,6	12	100	-
12	10	10	0,636	318	12	100	-
13	12	15	0,636	127	6	120	-
14	6	20	0,096	159	6	120	-
15	6	25	0,0478	159	8	60	-
16	8	10	0,0318	636	8	-	80
17	8	15	0,0636	106	10	-	100
18	10	20	0,0318	636	10	-	100
19	10	25	0,0478	79,6	12	-	120
20	12	10	0,096	212	12	-	120
21	8	10	0,096	212	6	80	-
22	8	15	0,048	636	6	80	-

23	10	20	0,0636	159	8	100	-
24	10	25	0,0478	318	8	100	-

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение сопротивлений, построить диаграмму сопротивлений.

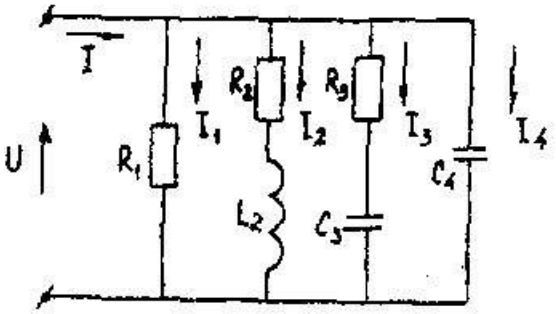
2. Составить комплексное уравнение напряжений, построить векторную диаграмму напряжений. Записать полное напряжение цепи в алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать: P, Q, S, cosφ.

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цели в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 Гц, \psi_1 = 0$

Задача №2. «Параллельное соединение в цепи синусоидального тока»

На рисунке представлена разветвленная электрическая цепь.



Исходные данные к задаче:

Вариант	R_1, Ом	R_2, Ом	L, Гн	C, мкФ	R_3, Ом	U_{R1}, В	U_{R3}, В
1	5	3	4	16	12	25	100
2	10	8	6	16	12	20	100
3	16,7	6	8	12	16	16,7	100
4	20	16	12	4	3	10	100
5	25	12	16	3	4	25	100
6	5	12	16	4	3	20	100
7	10	16	12	3	4	16,7	100
8	16,7	6	8	16	12	10	100
9	20	8	6	6	8	5	100
10	25	3	4	6	8	5	100
11	5	4	3	16	12	10	100
12	10	4	3	12	16	16,7	100
13	16,7	3	4	8	6	20	100
14	20	8	6	4	3	25	100
15	25	6	8	12	16	25	100

16	5	16	12	8	6	20	100
17	10	16	12	6	8	16,7	100
18	16,7	12	16	3	4	10	100
19	20	12	16	6	8	10	100
20	25	6	8	3	4	5	100
21	10	6	8	12	16	10	100
22	16,7	16	12	16	3	5	100
23	20	12	6	4	8	15	100
24	25	8	6	3	4	20	100

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение проводимостей. Построить диаграмму проводимостей.

2. Составить комплексное уравнение токов, построить векторную диаграмму токов. Записать ток на входе цепи а алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать: P, Q, S, cosφ.

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цели в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 Гц, \psi_1 = 0$

*Задача № 3.*Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой

Номер варианта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивление фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», Ом		
		R	X_L	X_C	R	X_L	X_C	R	X_L	X_C
1	127	10	-	-	-	-	127	3	4	-
2	127	3	-	4	10	-	-	-	12,7	-
3	127	-	-	10	4	3	-	12,7	-	-
4	127	3	4	-	-	-	10	12,7	-	-
5	220	20	-	-	6	8	-	12	-	16
6	220	-	-	22	20	-	-	16	12	-
7	220	20	-	-	6	8	.	8	-	6
8	220	20	-	-	16	-	12	12	16	-
9	380	50	-	-	-	-	30	-	-	190
10	380	-	-	50	16	12	-	-	-	38
11	380	12	16	-	38	-	-	16	12	-
12	380	38	-	-	15	-	20	20	20	-
13	127	-	-	12,7	10	-	-	4	3	.
14	127	12,7	-	-	4	3	-	б	-	8
15	127	3	4	-	-	-	10	-	-	12,7
16	127	8	6	-	3	-	4	12,7	-	-
17	220	20	-	-	-	-	22	8	б	-
18	220	6	-	8	22	-	-	-	-	22
19	220	16	12	-	-	-	20	22	-	-
20	220	-	-	22	-	-	22	22	-	-
21	380	38	-	-	-	-	38	-	38	-

22	380	-	10	-	16	12	-	38	-	-
23	380	20	-	-	-	-	20	-	20	-
24	380	38	-	-	20	15	-	15	-	20

Условие задачи:

Для заданной электрической схемы с известными параметрами, приведенными в таблице, определить токи и напряжения в четырехпроводной цепи. Вычислить активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить в масштабе векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

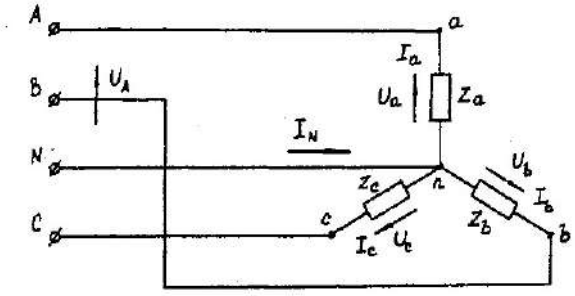


Рис.1 Соединение фаз приемника звездой

Определить фазные напряжения и токи после обрыва нейтрального провода. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Для четырехпроводной звезды напряжения фаз генератора (источника) и приемника принять равными (т. е. пренебречь потерями в соединительных проводах).

Вектор напряжения фазы "А" генератора рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел *($\mathring{U}_A = U$).*

Трехфазную систему фазных и линейных напряжений генератора принять симметричной (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга на 120°).

Задача № 4. «Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником»

Номер варианта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивление фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», Ом		
		R	X_L	X_C	R	X_L	X_C	R	X_L	X_C
1	220	6	8	-	-	-	20	22	-	-
2	220	20	-	-	12	16	-	16	-	12
3	220	-	-	10	3	-	4	8	6	-
4	220	-	22	-	-	-	22	22	-	-
5	380	19	-	.	12	-	16	20	15	-
6	380	-	-	38	15	-	20	20	-	-
7	380	20	15	-	38	-	-	24	-	32
8	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
9	220	-	-	22	-	22	-	22	-	-
10	220	20	-	-	20	-	-	-	-	20
11	220	-	-	10	6	8	.	8	-	6
12	220	3	4	-	-	-	5	4	3	-
13	380	12	16	-	16	-	12	20	-	-

14	380	-	-	19	19	-	-	-	19	-
15	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
16	380	20	15	-	15	-	20	20	-	-
17	220	-	-	20	20	-	.	-	20	-
18	220	12	-	16	16	12	-	20	-	-
19	220	-	-	5	6	8	-	8	-	б
20	220	6	8	-	8	-	6	10	-	-
21	380	24	32	-	19	.	-	32	-	24
22	380	-	-	38	32	24	-	24	.	32
23	380	38	-	-	-	38	-	-	-	38
24	380	-	38	-	24	-	32	19	-	-

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 2) с известными параметрами приведенными в таблице определить линейные и фазные токи.

Вычислить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

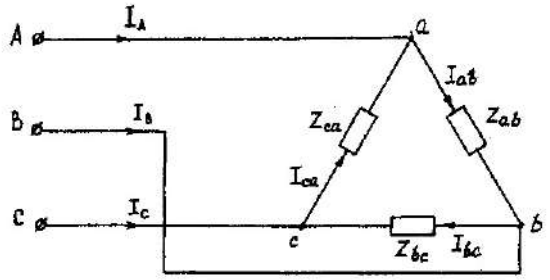


Рис. 2. Соединение фаз приемника треугольником

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Фазные напряжения приемника принять равными линейным напряжениям генератора (т. е. сопротивлениями соединенных проводов пренебречь).

Вектор линейного напряжения $\mathring{U}_{AB}$ рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел, т. е. $\mathring{U}_{ab} = \mathring{U}_{AB}$

Трехфазную систему линейных и фазных напряжений генератора и приемника принять как симметричную трехфазную систему напряжений (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга по фазе на 120°).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.О.24 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Ионова Л. А., ассистент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Электротехники	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Угольников А. В.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 09.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

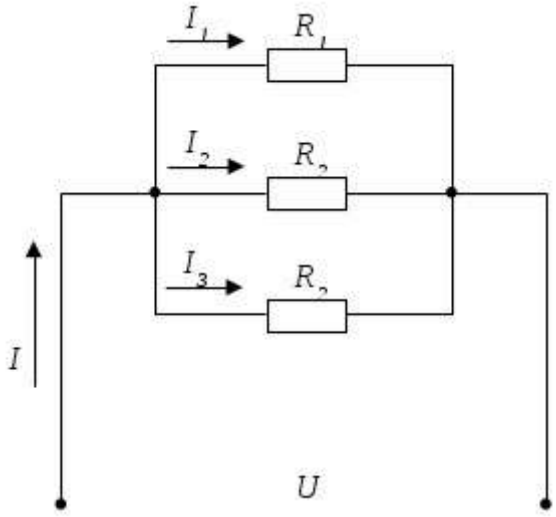
Екатеринбург

Тесты

Тема № 2

Перечень тестовых заданий:

1. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 6 Ом, то входное сопротивление схемы, изображенной на рисунке, равно…



а) 11 Ом; б) 36 Ом; в) 18 Ом; г) 2 Ом.

2. Сопротивления R_2, R_3, R_4 соединены…

а) треугольником; б) звездой; в) параллельно; г) последовательно.

3. Если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 6 Ом, то эквивалентное сопротивление пассивной резистивной цепи, изображенной на рисунке, равно…

а) 1,5 Ом; б) 2 Ом; в) 3 Ом; г) 6 Ом.

4. Если напряжения на трех последовательно соединенных резисторах относятся как 1:2:4, то отношение сопротивлений резисторов…

а) равно 1:1/2:1/4;

б) равно 4:2:1;

в) равно 1:4:2;

г) подобно отношению напряжений 1:2:4.

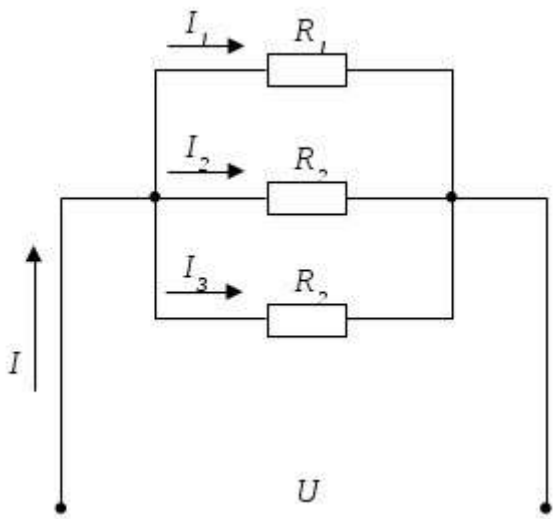
5. Определите, при каком соединении (последовательном или параллельном) двух одинаковых резисторов будет выделяться большее количество теплоты и во сколько раз …

а) при параллельном соединении в 4 раза;

б) при последовательном соединении в 2 раза;

в) при параллельном соединении в 2 раза;

г) при последовательном соединении в 4 раза.



6. В цепи известны сопротивления R_1=30 Ом,R_2=60 Ом,R_3=120 Ом и ток в первой ветви I_1=4 А. Тогда ток I и мощность P равны…

а) I = 9 А, P = 810 Вт;б) I = 8 А, P = 960 Вт;

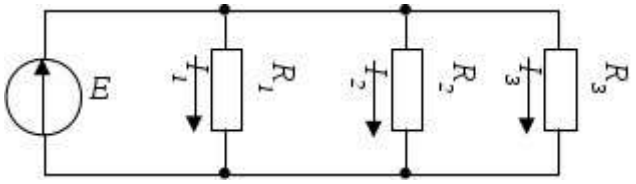
в) I = 7 А, P = 540 Вт;г) I = 7 А, P = 840 Вт.

7. Эквивалентное сопротивление участка цепи, состоящего из трех параллельно соединенных

сопротивлений номиналом 1 Ом, 10 Ом, 1000 Ом, равно…

а) 1011 Ом; б) 0,9 Ом; в) 1000 Ом; г) 1 Ом.

8. В цепи известны сопротивления R_1=45 Ом,R_2=90 Ом,R_3=30 Ом и ток в первой ветви I_1=2 А. Тогда ток I и мощность P цепи соответственно равны…



а) I =7 А, P = 840 Вт;б) I = 9 А, P = 810 Вт; в) I = 6 А, P = 960 Вт;

г) I = 6А, P = 540 Вт.

9. Провода одинакового диаметра и длины из разных материалов при одном и том же токе нагреваются следующим образом…

а) самая высокая температура у медного провода;

б) самая высокая температура у алюминиевого провода;

в) провода нагреваются одинаково;

г) самая высокая температура у стального провода.

10. Пять резисторов с сопротивлениями R_1=100 Ом, R_2=10 Ом, R_3=20 Ом, R_4=500 Ом, R_5= 30 Ом соединены параллельно. Наибольший ток будет наблюдаться…

а) в R_2; б) в R_4; в) во всех один и тот же; г) в R_1 и R_5.

11. Место соединения ветвей электрической цепи – это…

а) контур; б) ветвь; в) независимый контур; г) узел.

12. Участок электрической цепи, по которому протекает один и тот же ток называется…

а) ветвью; б) контуром; в) узлом; г) независимым контуром.

13. Совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, электрическом токе и электрическом напряжении называется…

а) источником ЭДС;

б) ветвью электрической цепи;

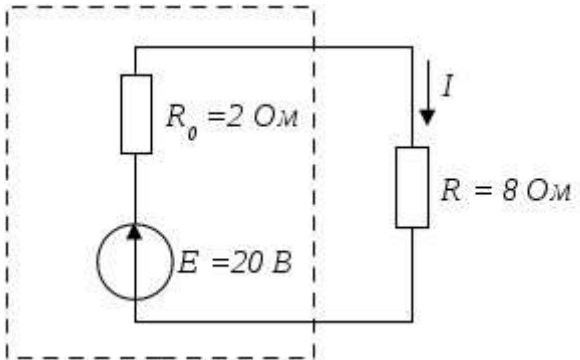
в) узлом;

г) электрической цепью.

14. Общее количество ветвей в данной схеме составляет…

а) две; б) три; в) пять; г) четыре.

15. Мощность, выделяющаяся во внутреннем сопротивлении источника ЭДС



$R_{0,}$ составит…

а) 8 Вт; б)30 Вт; в) 32Вт; г) 16Вт.

16. Потенциал точки в φb равен…

а) φ_a+ E+ RI;

б) φ_a + E–RI;

в) φ_a - E + RI;

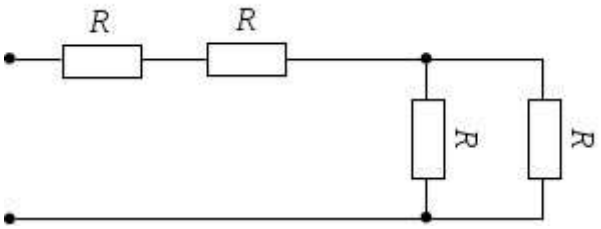
г) φ_a – E – RI.

17. Если ток I_1 =1А, то ток I_2 равен…

а) 0,5 А; б) 1 А; в) 2 А; г) 1,5 А.

18. Эквивалентное сопротивление цепи относительно источника ЭДС составит…

а) 15 Ом; б) 60 Ом; в) 30 Ом; г) 40 Ом.



19. Если сопротивление R =4 Ом, то эквивалентное входное сопротивление цепи равно…

а) 10 Ом; б) 12 Ом; в) 8 Ом; г) 16 Ом.

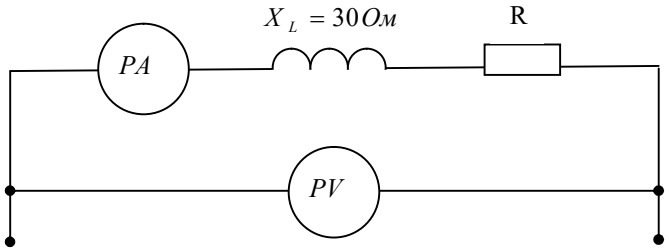
20. Если напряжение U_1=10 В, то напряжение U_3 равно…

а) 20 В; б) 10 В; в) 5В; г) 15 В.

Тема № 3

Перечень тестовых заданий:

1. Если приборы реагируют на действующее значение электрической величины и амперметр показывает 4 А, а вольтметр - 200 В, то величина R составит…

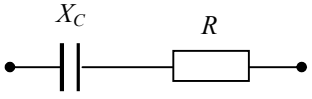


а) 30 Ом б) 50 Ом в) 40 Ом г) 200 Ом

2. Если емкостное сопротивление С-элемента Хс , то комплексное сопротивление $\underline{Z}$с этого элемента определяется как…

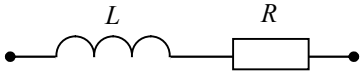
а) $\underline{Z}_C = -jX_C$ б) $\underline{Z}_C = j\ X_C$ в) $\underline{Z}_C = C$ г) $\underline{Z}_C = X_C$

3. Угол сдвига фаз φ между напряжением и током на входе приведенной цепи синусоидального тока определяется как…



а) $\varphi = arctg\dfrac{-X_C}{R}$ б) $\varphi = X_C / R$ в) $\varphi = arctg\dfrac{R}{X_C}$ г) $\varphi = -R / X_C$

4. Полное сопротивление приведенной цепи Z определяется выражением…



а) $Z = \sqrt{R^2 + L^2}$ б) $Z = R + \omega L$ в) $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ г) $Z = R + L$

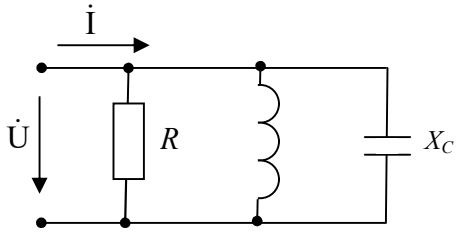
5. Емкостное сопротивление X_C рассчитывается как…

а) $X_C = 1/(\omega L)$ б) $X_C = 1/(\omega C)$ в) $X_C = \omega L$ г) $X_C = \omega C$

6. Индуктивное сопротивление X_L рассчитывается как…

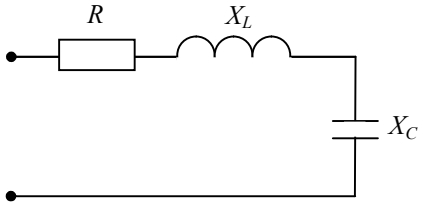
а) $X_L = \omega L$ б) $X_L = 1/\omega L$ в) $X_L = 1/\omega C$ г) $X_L = \omega C$

7. Если $R=X_L=2X_C$, то угол сдвига фаз между током и напряжением на входе цепи равен…



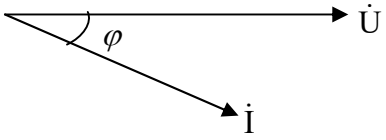
а) 0 б) -45° в) 45° г) 90°

8. Если R=3 Ом, X_L=10 Ом, X_C=6 Ом, то полное сопротивление Z цепи равно…

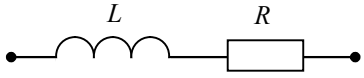


а) 3 Ом б) 7 Ом в) 19 Ом г) 5 Ом

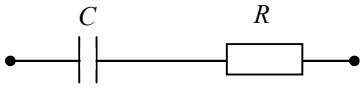
9. Векторной диаграмме соответствует схема…



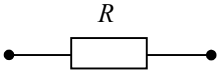
а)



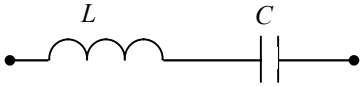
б)



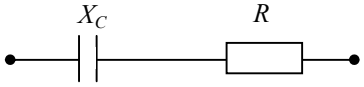
в)



г)



10. Полное сопротивление приведенной цепи Z определяется выражением…

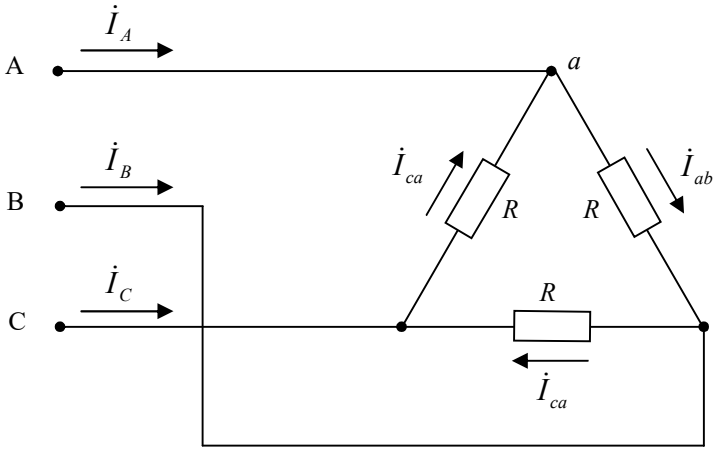


а) $Z = R + C$ б) $Z = \sqrt{R^2 + (1/\omega C)^2}$ в) $Z = \sqrt{R^2 + C^2}$ г) $Z = R - 1/\omega C$

Тема № 4

Перечень тестовых заданий:

1. Для узла «а» данной схемы комплексы фазных и линейного токов связаны уравнением…



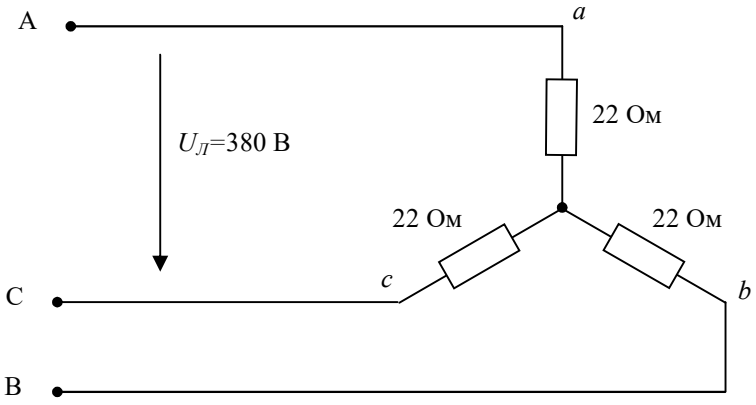
а) $\dot{I}_A = \dot{I}_{ca} + \dot{I}_{bc}$

б) $\dot{I}_A = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{ab}$

в) $\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} + \dot{I}_{ca}$

г) $\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}$

2. Значения фазных токов равны…



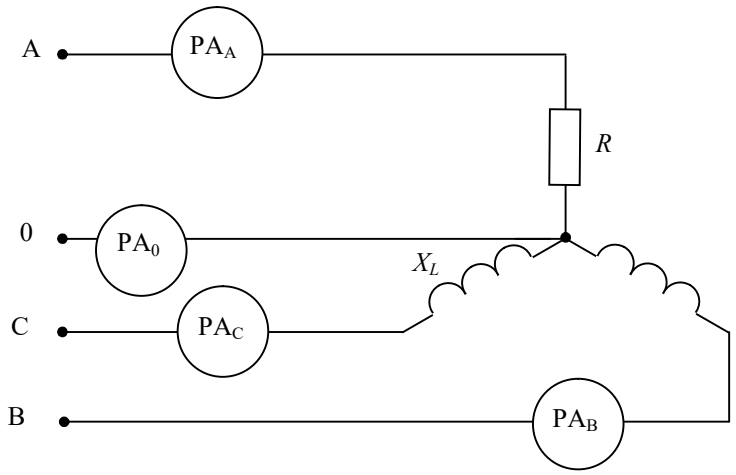
а) $\frac{380}{22} = 17{,}3\text{А}$ б) $\frac{380}{\sqrt{3} \cdot 22} = 10\text{А}$ в) $\frac{380\sqrt{3}}{22} = 30\text{А}$ г) $\frac{380}{3 \cdot 22} = 5{,}75\text{А}$

3. Если в данной трёхфазной цепи отключить фазу «а» нагрузки, то значения токов I_B и I_C будут соответственно равны…



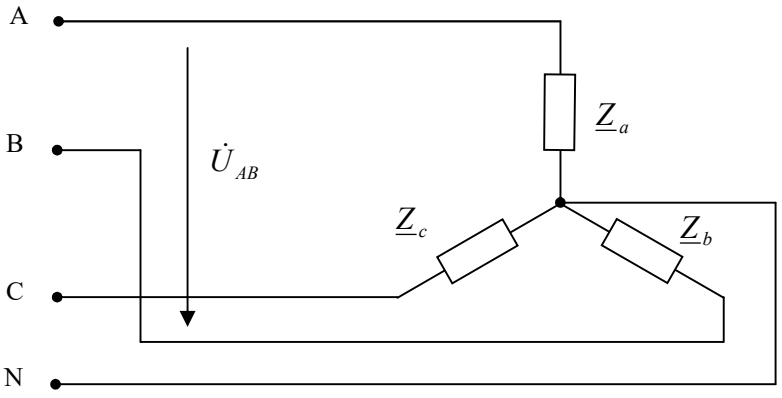
а) 20 А, 20 А б) 220/19 А, 220/19 А в) 10 А, 10 А г) 380/19 А, 380/19 А

4. Если R=X_L=22 Ом и показания амперметра pA_A=10 А, то амперметры pA_B, pA_C, pA_0 соответственно покажут…



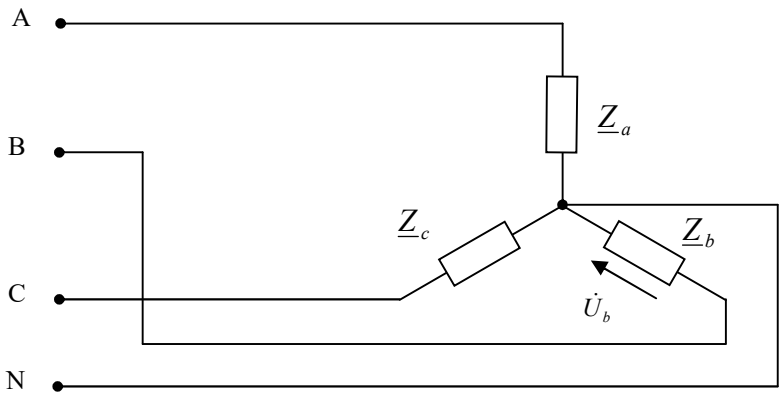
а) 10 А, 10 А, 0 б) 10 А, 10 А, ≠0 в) $10\sqrt{3}$ А, $10\sqrt{3}$ А, 0 г) $10\sqrt{3}$ А, $10\sqrt{3}$ А, ≠0

5. Напряжение $\dot{U}_{AB}$ в представленной схеме называется…



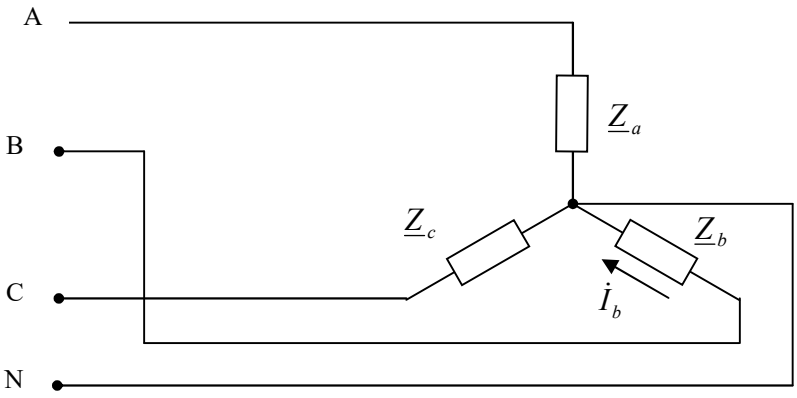
а) линейным напряжением
б) среднеквадратичным напряжением
в) средним напряжением
г) фазным напряжением

6. Напряжение $\dot{U}_b$ в представленной схеме называется…



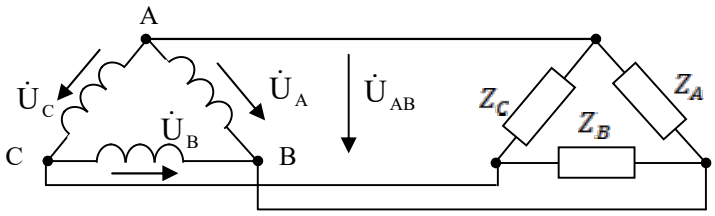
а) фазным напряжением
б) средним напряжением
в) линейным напряжением
г) среднеквадратичным напряжением

7. В трёхфазной цепи был замерен фазный ток I_b=7 А, тогда линейный ток I_B равен…



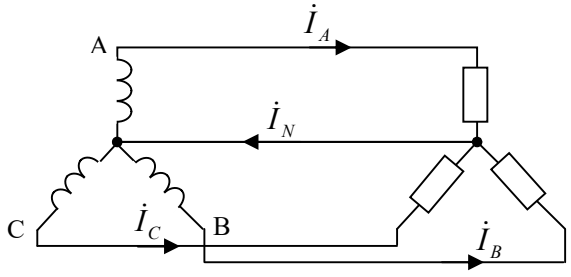
а) 4 А б) 2,3 А в) 12 А г) 7 А

8. Соотношение между линейными и фазными напряжениями в симметричной трёхфазной цепи имеет вид …



а) $U_A = U_{AB}$ б) $U_A > U_{AB}$ в) $U_A < U_{AB}$ г) $U_A = \sqrt{3}U_{AB}$.

9. Если известны I_A, I_C, I_N, то ток в фазе В равен …



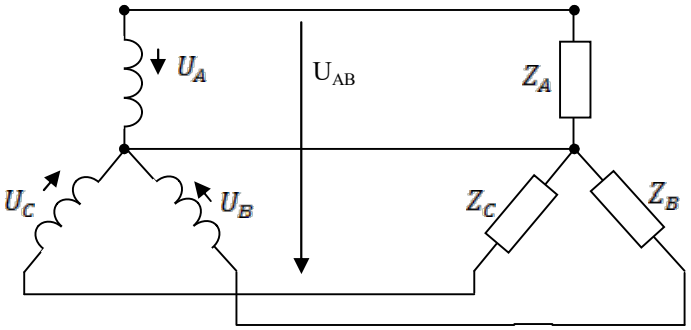
а) $\dot{I}_B = \dot{I}_A + \dot{I}_C - \dot{I}_N$

б) $\dot{I}_B = \dot{I}_N - \dot{I}_A - \dot{I}_C$

в) $\dot{I}_B = \dot{I}_A + \dot{I}_N - \dot{I}_C$

г) $\dot{I}_B = \dot{I}_A - \dot{I}_C - \dot{I}_N$

10. Соотношение между линейными и фазными напряжениями в симметричной трёхфазной цепи имеет вид…



а) $U_{AB} = U_A$ б) $U_{AB} = 3U_A$ в) $U_{AB} = \sqrt{3}U_A$ г) $U_{AB} < U_A$.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПИСЬМЕННОГО ОПРОСА

1. Охарактеризуйте понятия: электрический ток, потенциал, напряжение, энергия, мощность, назовите их единицы измерения.
2. Охарактеризуйте электрическую цепь постоянного тока и её элементы.
3. Поясните принцип получения электрической энергии из других видов энергии.
4. Дайте определение закона Ома для участка и для полной электрической цепи.
5. Дайте определение 1-у и 2-у закону Кирхгофа и приведите примеры расчёта.
6. Поясните последовательное, параллельное и смешанное соединение пассивных элементов.
7. Охарактеризуйте расчёт электрических цепей путём преобразования их схем.
8. Охарактеризуйте эквивалентные преобразования цепей, метод эквивалентных сопротивлений (метод «свертывания»).
9. Охарактеризуйте представление несинусоидальных величин рядами Фурье.
10. Опишите методику расчёта цепей несинусоидального тока.
11. Приведите классификацию и дайте понятие электрических фильтров.
12. Охарактеризуйте полосовые, заграждающие, режекторные фильтры, фильтры низких и высоких частот.
13. Приведите основные понятия электромагнетизма.
14. Охарактеризуйте свойства ферромагнитных материалов.
15. Приведите классификацию электроизмерительных приборов.
16. Охарактеризуйте основные метрологические понятия, абсолютную, относительную и приведенную погрешность.
17. Поясните измерение напряжения тока мощности и энергии в электрических цепях.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»



Латышев О. Г., Казак О. О.

Учебно-методическое пособие к выполнению контрольных работ по дисциплине для студентов всех специальностей направления подготовки «Горное дело»

Екатеринбург – 2017

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕСИТЕТ
Кафедра шахтного строительства

ОДОБРЕНО:
методической комиссией
горно-технологического факультета
«___»_____2017 г.
Председатель комиссии

_____доц. Тюлькин В.П.

Латышев О. Г., Казак О. О.

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие к выполнению контрольных работ по дисциплине для студентов всех специальностей направления подготовки «Горное дело»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

Физика горных пород: Учебно-методическое пособие к выполнению контрольных работ по дисциплине для студентов всех специальностей направления подготовки 21.05.04 «Горное дело» / О. Г. Латышев, О. О. Казак; Уральский государственный горный университет, кафедра шахтного строительства. - Екатеринбург: 2014. – 12 с.

Пособие предназначено для выполнения контрольных работ студентами всех специальностей направления подготовки «Горное дело» по курсу «Физика горных пород».

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры шахтного строительства «___»_____2017 г., протокол №_____

Заведующий кафедрой ШС проф.

М. В. Корнилков

Ученый секретарь доц.

В. В. Сынбулатов

Контрольная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД

Цель работы – овладение методикой лабораторного определения деформационных характеристик скальных пород статическим методом применительно к расчетам процессов горного производства.

Определяемые в опыте деформационные характеристики включают: модуль упругости, модуль пластичности, модуль общей деформации, коэффициент Пуассона. По полученным результатам вычисляются модуль сдвига и модуль объемного сжатия. Указанные характеристики определяют устойчивость горных пород и энергоемкость всех процессов связанных с разработкой пород.

Теоретическая основа дается в учебнике [1]:

2.2. Напряжения и деформации в горных породах;

2.3. Упругие свойства горных пород;

2.6. Методы определения упругих свойств горных пород;

2.13. Пластическое деформирование горных пород;

2.14. Пластические свойства горных пород.

Методика эксперимента

1. На испытываемый образец в форме цилиндра (керна) или призмы с параллельными торцами устанавливаются датчики продольной и поперечной деформации (тензодатчики сопротивления или индикаторы часового типа). Измеряют высоту и площадь образца S; определяют базу измерений (в продольном направлении L и поперечном направлении d).

2. Образец устанавливают на прессе и производят его ступенчатое нагружение. Величина предельной нагрузки определяется прочностью горной породы при сжатии или назначается в зависимости от конкретно решаемой задачи.

3. На каждой ступени нагружения фиксируется значение нагрузки P_i, Н (или кгс) и показания парных датчиков продольной и поперечной деформации.

4. После проведения эксперимента вычисляют напряжения на каждой ступени нагружения $\sigma_i = P/S$; усредняют показания пар дат-

чиков и вычисляют относительную продольную $\varepsilon_i = \Delta L/L$ и поперечную $\Delta d_i/d$ деформации.

5. Результаты заносят в таблицу и производят построение графиков продольной и поперечной деформации.

6. По линейным участкам графиков вычисляют модуль упругости E и коэффициент Пуассона ν; выделяют нелинейный участок графика, характеризующий пластическую деформацию породы, и вычисляют модуль пластичности $E_{пл}$; по полной деформации определяют модуль общей деформации $E_{деф}$.

7. Вычисляют значения модуля сдвига: $G = E/[2(1+\nu)]$ и модуля объемного сжатия $K = E/[3(1-2\nu)]$.

Задание:

1. Вычислить все указанные выше деформационные характеристики горной породы.

2. Определить удельную энергоемкость разрушения данной породы: $A_{уд} = \sigma^2/2E_{деф}$, Дж/м^3, приняв σ равным предельному значению напряжений, полученному в опыте.

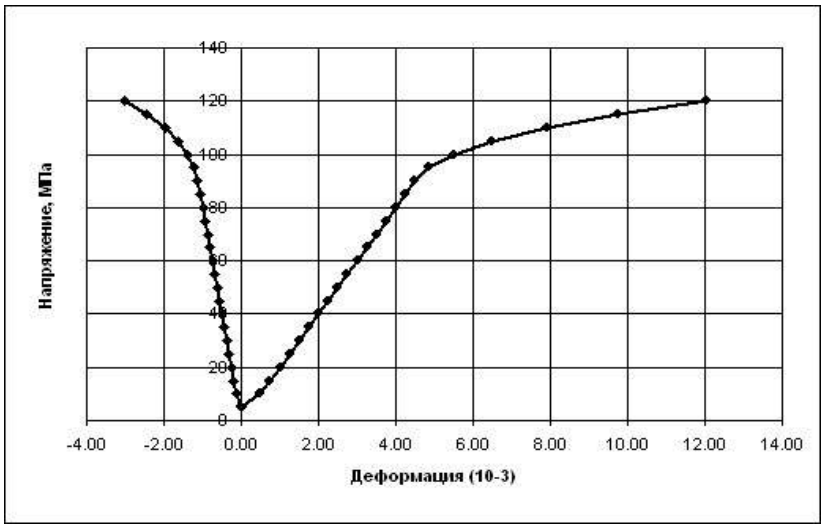
3. Определить удельную энергоемкость разрушения этой же породы в предположении ее идеальной упругости: $A_{уд}^* = \sigma^2/2E$, Дж/м^3.

4. Сравнить результаты и определить потери энергии на пластическое деформирование горной породы: $\Delta A = A_{уд} - A_{уд}^*$; выразить потери в % к $A_{уд}$.

Пример распечатки результатов

Известняк		
Напряжение, МПа	**Деформация (10^{-3})**	
	продольная	**поперечная**
5	0.000	0.000
10	0.500	-0.125
15	0.750	-0.188
20	1.000	-0.250
25	1.250	-0.313
30	1.500	-0.375
35	1.750	-0.438
40	2.000	-0.500
45	2.250	-0.563
50	2.500	-0.625
55	2.750	-0.688
60	3.000	-0.750
65	3.250	-0.813
70	3.500	-0.875
75	3.750	-0.938
80	4.000	-1.000
85	4.250	-1.063
90	4.500	-1.125
95	4.854	-1.213
100	5.503	-1.376
105	6.503	-1.626
110	7.901	-1.975
115	9.738	-2.434
120	12.053	-3.013

***Модуль упругости, ГПа*:**	20.0
Предел упругости, МПа	90.0
Модуль пластичности, ГПа	4.0
Модуль общей деформации, ГПа	10.0
Модуль сдвига, ГПа	8.0
Модуль объемного сжатия, ГПа	13.3
***Коэффициент Пуассона*:**	0.25



Контрольная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Цель работы – овладение методикой экспериментального определения масштабного эффекта в горных породах применительно к расчетам процессов горного производства.

Масштабным эффектом называется снижение прочности горных пород при увеличении их объема. Поскольку прочность пород определяется в лабораторных экспериментах на образцах заведомо малого размера, а реальные процессы охватывают значительные объемы породного массива, то учет масштабного эффекта необходим для введения соответствующих поправок в расчетные формулы технологии горного производства.

Теоретическая основа

[1] – разделы: 2.10; 5.5; 5.9;

[2] – Лабораторная работа «Построение паспорта прочности горных пород».

Методика эксперимента

1. В соответствии с методическими указаниями к лабораторной работе производится определение прочности при сжатии и обработка результатов для кубических образцов двух типоразмеров со стороной 2 и 5 см.

2. Найти показатель масштабного эффекта n.

3. Записать уравнение масштабного эффекта и построить его график при изменении объема пород от 1 до 20 м^3.

Задание:

1. При проходке выработки площадью поперечного сечения 10 м^2 с помощью буровзрывных работ глубина отбойки породы (уходка за цикл) составляет 2,0 м. С учетом масштабного эффекта определить прочность данного объема исследованной Вами породы.

2. Оценить требуемое количество взрывчатого вещества (ВВ) на 1 м^3 разрушаемой породы (удельный расход ВВ) по формуле:

$$q = 0{,}015\ \sigma_{сж}[\text{МПа}],\ \text{кг/м}^3.$$

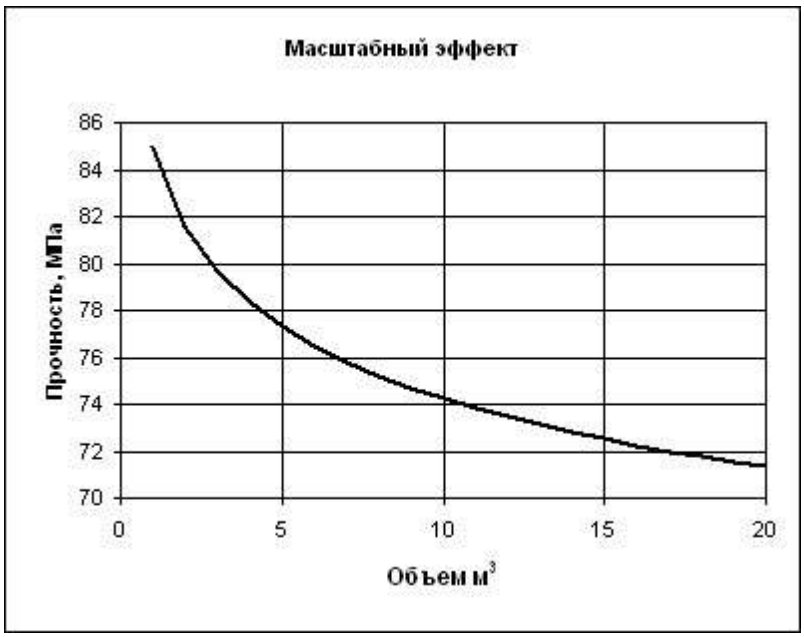
Пример распечатки результатов

ОЦЕНКА МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА ГОРНЫХ ПОРОД

Студент:	***Иванов И. И.***

Задание №5

Куб со стороной 2 см			**Куб со стороной 5 см**		
Площадь, $см^2$	Нагрузка, тс	Прочность, МПа	Площадь, $см^2$	Нагрузка, тс	Прочность, МПа
4	3.81	95.2	25	18.43	73.7
4	3.16	79.1	25	13.57	54.3
4	2.91	72.8	25	16.31	65.2
4	4.09	102.3	25	18.88	75.5
4	3.20	80.1	25	14.00	56.0
4	3.14	78.4	25	20.09	80.4
4	3.57	89.4	25	20.14	80.6
4	3.73	93.1	25	19.00	76.0
4	3.34	83.5	25	18.63	74.5
4	3.05	76.3	25	18.31	73.2
Среднее		85	**Среднее**		71



Контрольная работа №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЩИНОЙ СТРУКТУРЫ ПОРОДНЫХ МАССИВОВ

Цель работы – отработка методов исследования и анализа трещинной структуры породных массивов применительно к оценке их прочности и устойчивости.

Трещины разбивают породный массив на отдельные блоки, образующие его иерархическую структуру. Поэтому для проектировании процессов разработки месторождений и определения устойчивости горных выработок особенности трещинной структуры массива нуждаются в количественной оценке.

Теоретическая основа

[1] – раздел 6.1.

Методика эксперимента

1. На обнажении пород (стенках или забое выработки) очерчивается площадка 1 м^2, отмывается от осевшей пыли и производится электронная фотография со вспышкой.

2. При наличии заполненных трещин из них отбираются для последующего анализа пробы материала заполнителя.

3. По полученной фотографии все трещины разбиваются на классы по размерам (желательно в логарифмическом масштабе).

4. Путем накладывания палетки соответствующих размеров ячейки подсчитывается число трещин каждого класса.

5. По полученным данным определяют сводные характеристики трещиноватости массива: концентрацию трещин, их суммарную и удельную поверхность, степень нарушенности и дисперсность.

Задание:

1. По данным задания составить расчетную таблицу и определить выше указанные параметры трещиноватости породного массива.

2. Построить гистограмму распределения трещин по размерам.

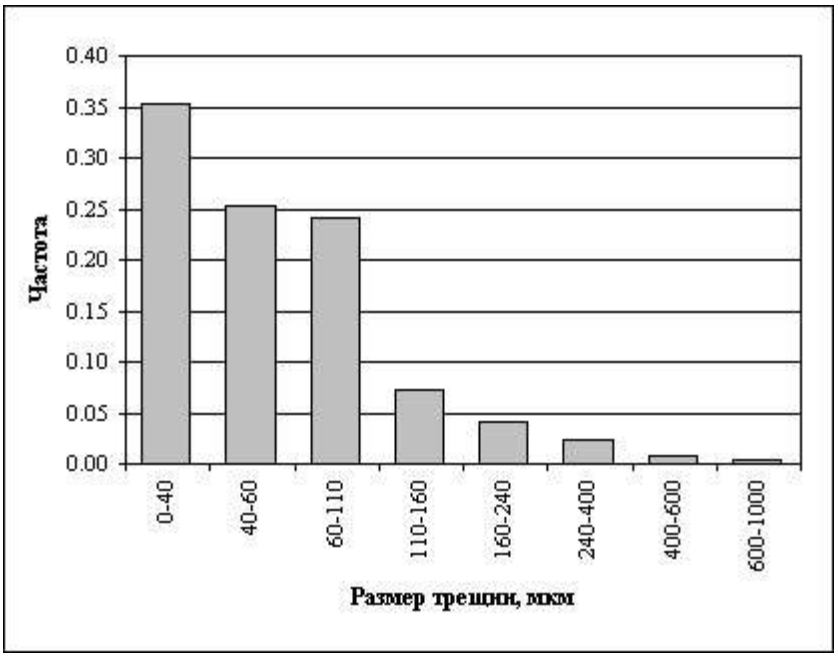
3. Выполнить анализ результатов.

Пример распечатки результатов

Исследование трещинной структуры породных массивов

Студент ***Задание №***

Интервал трещиноватости, мм	Середина интервала, мм	Число трещин	Частота n_i	*mi/li*	*2mi*li*	*mi*li*	*mi*li²*
0-40	20	97	0.444	22.2062	0.0178	0.0089	0.0002
40-60	50	53	0.243	4.8675	0.0243	0.0122	0.0006
60-110	85	44	0.202	2.3752	0.0343	0.0172	0.0015
110-160	135	12	0.056	0.4117	0.0150	0.0075	0.0010
160-240	200	7	0.030	0.1506	0.0120	0.0060	0.0012
240-400	270	4	0.017	0.0611	0.0089	0.0045	0.0012
400-600	500	1	0.005	0.0109	0.0055	0.0027	0.0014
600-1000	800	1	0.003	0.0037	0.0047	0.0024	0.0019
Сумма:		218	1.0000	30.0869	0.1226	0.0613	0.0089



Порядок выполнения и оформления контрольной работы

1. Производят все указанные в задании вычисления характеристик горных пород.

2. В соответствии с заданием определяют параметры элементов горной технологии по полученным характеристикам горной породы.

3. Оформляют и защищают контрольную работу.

Контрольная работа должна состоять из титульного листа с указанием ее названия, автора и руководителя; краткой теории вопроса; сводки результатов и выводов.

При выполнении графических построений и таблиц на компьютере приводятся их распечатки.

Все расчеты оформляются в виде формулы в общем виде, ее числовое выражение и полученный результат с указанием размерности.

Рекомендуемая литература

1. Латышев О. Г., Казак О. О. Физика горных пород: Учебник для вузов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. – 277 с.

2. Латышев О. Г., Азанов М. А., Анохина О. О. Физика горных пород: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. -65 с.

3. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород: Учебник. –М.: Кн. дом «ЛИБЕРКОМ», 2010. – 360 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

Латышев О. Г., Казак О. О.

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Екатеринбург – 2019

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕСИТЕТ

Кафедра шахтного строительства



УТВЕРЖДАЮ:
проректор по учебно-методическому комплексу

_____ доц. С. А. Упоров

«19»_____04_____2019 г.

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе
по дисциплине для студентов специальности
21.05.04 «Горное дело»

Екатеринбург - 2019

Физика горных пород: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / О. Г. Латышев, О. О. Казак; Уральский государственный горный университет, кафедра шахтного строительства. - Екатеринбург: 2019. – 40 с.

Материал пособия охватывает все раздела дисциплины в соответствии с учебником [1].

Пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов всех специальностей направления подготовки «Горное дело» по курсу «Физика горных пород».

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры шахтного строительства «___»_____2019 г., протокол №_____

© Латышев О. Г., Казак О.О.
© Уральский государственный горный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5
1. Методические указания к организации самостоятельной работы студента 6
2. Содержание курса. Контрольные вопросы и упражнения 7
3. Контрольные работы 25
3.1. Контрольная работа №1. Определение деформационных характеристик горных пород 25
3.2. Контрольная работа №2. Определение масштабного эффекта в горных породах 28
3.3.Контрольная работа №3. Исследование трещинной структуры породных массивов 30
4. Контрольные вопросы и упражнения (для студентов заочного обучения) 32
Рекомендуемая литература 39

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. В соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования объем учебной нагрузки студента составляет 180 часов или 5 зачетных единиц. Из них 116 часов отводится на самостоятельную работу студентов.

По курсу «Физика горных пород» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях – освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую учебную программу дисциплины; подготовка, оформление, защита плановых лабораторных работ; подготоквка и защита контрольных работ. Дополнительная самостоятельная работа связана с углубленным изучением отдельных разделов курса на основе научно-исследовательской работы студента (НИРС). Организация работы студентов при подготовке лабораторных и научных исследований отражена в пособии [2]. Данное учебно-методическое пособие предназначено для организации второй части самостоятельной работы студентов – освоения отдельных тем дисциплины и выполнение контрольных работ. В последней части пособия сформулированы контрольные вопросы и упражнения предназначенные для выполнения контрольной работы студентов заочной формы обучения.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Физика горных пород». Она содержит названия 45 основных тем с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Причем в экзаменационный билет может включаться один из вопросов по такой теме. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины на кафедре шахтного строительства имеется тестовая обучающая программа и мультимедийные средства обучения [3]. Эта программа заложена в каждый компьютер дисплейного класса и может быть скопирована студентом для использования на домашнем компьютере.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебнику [1] освойте каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

6. Решите указанные задачи. Условия задач приведены в последнем разделе данного учебного пособия. При затруднении обратитесь за консультацией к преподавателю.

7. Для самоконтроля используйте тестовую обучающую программу

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

Тема №1. Горные породы как объект разработки

Структура и текстура пород, их минеральный состав. Неоднородность состава и строения горных пород. Оценка изменчивости свойств пород. Типы горных массивов. (§ 1.1, С. 6-10).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Как связаны состав и строение горных пород с их генезисом?
2. Что понимается под структурой и текстурой горных пород, и какие их типы можно выделить для горных пород?
3. Чем обусловлена изменчивость свойств горных пород?
4. Опишите статистические характеристики изменчивости свойств горных пород.

Тема №2. Классификация физических свойств горных пород

Физические поля, действующие на горные породы. Классы и группы свойств горных пород. (§ 1.2, С. 10-12).

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите основные виды энергии, используемые при разработке горных пород.
2. Укажите классы физических свойств горных пород.
3. Какие группы характеристик включает класс механических свойств горных пород?

Тема №3. Силы связи и внутренняя структура горных пород

Кристаллическая решетка и анизотропия свойств горных пород. Ионные, атомные (ковалентные), металлические и молекулярные кристаллы. Взаимодействие между минеральными зернами. (§ 1.3, 1.4, С. 12-20).

Дополнительная литература: [4, 6].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимают под анизотропией свойств горных пород?
2. Почему анизотропия свойств присуща любому типу кристаллов?
3. Какие силы удерживают частицы в узлах решетки ионного кристалла?
4. Поясните схему обменного взаимодействия атомов в ковалентном кристалле.
5. Чем обусловлено взаимодействие частиц в металлических и молекулярных кристаллах?
6. Охарактеризуйте типы взаимодействий между минеральными зернами, слагающими горную породу.

Тема №4. Дефекты кристаллической структуры

Тепловые колебания как дефекты структуры, флуктуация энергии. Точечные дефекты (вакансии, атомы внедрения), их образование и движение под действием нагрузки. Линейные дефекты – дислокации (краевая и винтовая), движение и размножение дислокаций. Поверхностные и объемные дефекты.

(§ 1.5, С. 20-24).

Дополнительная литература: [4, 6].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Почему тепловые колебания атомов вносят искажения в кристаллическую решетку кристаллов?
2. Что понимают по термической флуктуацией энергии?
3. Как образуются вакансии и атомы внедрения в кристаллах?
4. Что представляет собой краевая и винтовая дислокации?
5. Как реагируют точечные и линейные дефекты на приложение к горной породе внешней механической нагрузки?
6. Что понимают под поверхностными и объемными дефектами горных пород?

Тема №5. Плотностные свойства горных пород

Объемная масса и объемный вес. Удельная масса (плотность) и удельный вес. Пористость, виды пористости (общая, открытая, эффективная). Трещиноватость горных пород и ее характеристики. Методы определения плотностных свойств горных пород (§ 2.1, С. 24-27).

Дополнительная литература: [4, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Дайте определения объемной и удельной массы горных пород.
2. Чем отличаются объемная масса и объемный вес горных пород?
3. Назовите и охарактеризуйте основные виды пористости горных пород.
4. Охарактеризуйте методы определения плотностных свойств горных пород.
5. Какими показателями может оцениваться трещиноватость горных пород?

Задачи: 1, 2, 11.

Тема №6. Напряжения и деформации в горных породах

Разложение сил в произвольной площадке (схема) – нормальные и касательные напряжения, их размерность. Зависимость величины напряжений от угла наклона площадки (аналитическое выражение и круг напряжений Мора). Деформации пород от действия нормальных и касательных напряжений. Графики упругой, пластичной и упруго-пластичной деформации. (§ 2.2, С. 27-30).

Дополнительная литература: [4, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Изобразите схему разложения сил в произвольной площадке элементарного объема горной породы.

2. Что понимается под нормальными и касательными напряжениями? Укажите их размерность.

3. Выведите аналитические зависимости величины нормальных и касательных напряжений от угла наклона произвольной площадки.

4. Изобразите и поясните смысл круга напряжений Мора для одноосного напряженного состояния горной породы.

5. Какие по величине нормальные и касательные напряжения действуют в площадках под углом 0^o, 45^o и 90^o к линии действия нагрузки? Покажите эти характерные точки на круге напряжений Мора.

6. Что понимается под продольной, поперечной (абсолютной и относительной) и угловой (сдвиговой) деформацией?

7. Изобразите графики упругой, пластической, упруго-пластической деформации. Охарактеризуйте их основные особенности.

Задачи: 3, 4.

Тема №7. Упругие свойства горных пород

Работа деформирования горных пород и ее графическая интерпретация. Модули упругости, сдвига и объемного сжатия. Коэффициент Пуассона. (§ 2.3, С. 30-33).

Дополнительная литература: [4. 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Выведите формулы работы упругой деформации. Дайте их интерпретацию на графике упругой деформации горных пород.

2. Запишите закон Гука для нормальных и касательных напряжений. Укажите выражения для модуля упругости (Юнга) и модуля сдвига.

3. Что понимается под модулем объемного сжатия? Укажите размерность модулей.

4. Что выражает коэффициент Пуассона горной породы?

Задачи: 6, 7, 8, 37.

Тема №8. Распространение упругих колебаний в горных породах

Классификация упругих колебаний по частоте. Продольные волны и их характеристики (деформации среды, направление колебания атомов). Условия массива и стержня. Поперечные волны и их характеристики (деформации среды, направление колебания атомов). (§ 2.4, С. 33-36).

Дополнительная литература: [4, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Дайте классификацию упругих колебаний по частоте и укажите, – по какому принципу она сформирована.

2. Как деформируется горная порода при распространении по ней продольных упругих волн?

3. Чем отличается распространение продольной волны в массиве и стержне?

4. Как деформируется горная порода при распространении по ней поперечных упругих волн?

Задачи: 18, 32, 45, 57.

Тема №9. Акустические свойства горных пород

Скорость и характеристики распространения продольных волн. Скорость и характеристики распространения поперечных волн. Акустическое сопротивление. Физика затухания упругих волн, коэффициент и логарифмический декремент затухания. (§ 2.5, С. 36-39).

Дополнительная литература: [4, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите закономерности распространения продольных и поперечных упругих волн.

2. Дайте выражение акустического сопротивления (жесткости) горных пород. Укажите ее размерность.

3. В чем проявляется затухание упругих волн и какова физика этого процесса?

4. Выведите формулу коэффициента затухания амплитуды волны с расстоянием.

5. Дайте выражение логарифмического декремента затухания волны.

Задачи: 36, 53, 54.

Тема №10. Методы определения упругих свойств горных пород

Схема измерений при реализации статического метода. График деформаций и определение модуля упругости, коэффициента Пуассона, модуля сдвига и модуля объемного сжатия. Сущность динамического метода и варианты его реализации – измерение $C_м$ и $C_{ст}$ (два варианта), измерение $C_м$ и C_s, достоинства и недостатки способов. (§ 2.6, С. 39-44).

Дополнительная литература: [4, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите процедуру измерения упругих свойств горных пород статическим методом. Укажите достоинства и недостатки данного метода.

2. Укажите существо динамического метода определения упругих свойств горных пород.

3. Как обеспечить условия массива и стержня при измерении в горной породе скорости продольной волны? Какой вариант предпочтительней?

4. Укажите существо и преимущества способа определения упругих свойств пород путем измерения в них скорости продольной и поперечной волны в массиве.

Задачи: 23, 27, 56.

Тема №11. Прочность горных пород. Критерии прочности

Понятие прочности, ее виды и размерность. Общая модель критериев прочности. Технические критерии прочности: наибольших нормальных напряжений; наибольших удлинений; наибольших касательных напряжений; энергетический критерий. Общее положение критерия Мора. (§ 2.7, С. 44-46).

***Дополнительная литература*:** [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называется прочностью горной породы? Укажите виды прочности и их размерность.
2. Поясните смысл модели технических критериев прочности.
3. Укажите смысл и математическое выражение каждого из технических критериев прочности.

Тема №12. Теория прочности Мора

Построение и использование круга напряжений для объемного сжатия. Типичные круги предельных напряжений и их огибающая. Физический смысл огибающей кругов напряжений Мора, следствия теории прочности Мора. (§ 2.8, С. 46-48).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Охарактеризуйте теорию Мора на примере построения и использования круга напряжений для объемного сжатия.
2. Произведите построение предельных кругов напряжений при объемном и одноосном растяжении, растяжении со сжатием, одноосном и всестороннем сжатии. Поясните их расположение на графике.
3. Что характеризует огибающая предельных кругов напряжений?
4. Какими напряжениями (в соответствии с теорией прочности Мора) обусловлено разрушение горной породы?

Задачи: 34.

Тема №13. Паспорт прочности горных пород

Процедура построения паспорта прочности. Физический смысл и уравнение линейной огибающей. Сцепление и угол внутреннего трения, их физический смысл. (§ 2.9, С. 48-53).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите процедуру построения паспорта прочности горных пород.
2. Запишите уравнение линейной огибающей предельных кругов напряжений. Укажите физический смысл этой огибающей.
3. Что называется сцеплением горной породы?
4. Что характеризует угол внутреннего трения горной породы?
5. Как оценить предельные значения угла и коэффициента внутреннего трения горных пород?

Задачи: 38, 39, 42.

Тема №14. Теория хрупкого разрушения (теория трещин Гриффитса)

Модель Гриффитса – растяжение пластины с трещиной. Механизм освобождений упругой энергии при возникновении трещины. Трещинодвижущая сила. Сопротивление росту трещины. Формирование критерия прочности Гриффитса, понятие критической трещины. (§ 2.11, С. 57-61)

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Поясните механизм разрушения на примере растяжения пластины с трещиной.
2. Дайте вывод формулы упругой энергии, освобождающейся при росте трещины.
3. Что называется трещинодвижущей силой?
4. Что понимается под сопротивлением росту трещины?
4. Что характеризует удельная поверхностная энергия горной породы?
5. Запишите уравнение критерия прочности Гриффитса и поясните его смысл.

Тема №15. Кинетическая концепция прочности

Понятие и уравнение долговечности тела. Уравнение флуктуации тепловой энергии. Энергия активации процесса разрушения и ее смысл. Стадии разрушения тел в соответствии с кинетической концепцией прочности. (§ 2.12, С. 61-64)

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Запишите и дайте физическую интерпретацию уравнению долговечности тела.
2. Опишите механизм разрушения горных пород с позиций кинетической концепции прочности.
3. Что называется активационным объемом и как его величина связана с коэффициентом перенапряжений?
4. Как соотносится кинетическая концепция прочности с теорией трещин Гриффитса?

Тема №16. Пластическое деформирование и пластические свойства горных пород

Механизмы межзеренного и внутризеренного скольжения. Модули упругости, пластичности и общей деформации, их графическая интерпретация. Коэффициенты пластичности и хрупкости как соотношение работ деформирования горной породы, их графическая интерпретация. (§ 2.13, 2.14, С. 64-69).

Дополнительная литература: [4, 5, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите механизм межзеренного скольжения как основного механизма пластической деформации горных пород.

2. Чем определяется внутризеренное скольжение при пластической деформации кристаллических горных пород?

3. Что называется пределом упругости горных пород?

4. Постройте график деформации упруго-пластичной горной породы и дайте геометрическую интерпретацию модулям упругости, пластичности и общей деформации.

5. Что характеризуют коэффициенты пластичности и хрупкости? Поясните их сущность на графике деформации горных пород.

Задачи: 21, 40, 41, 43, 49, 50, 60.

Тема №17. Ползучесть горных пород

Механическая модель ползучести. Графики затухающей и незатухающей ползучести, их интерпретация. Механизмы ползучести (диффузионно-вязкое течение, движение дислокаций, межзеренное скольжение). Вывод основного уравнения реологии и его применимость к описанию ползучести, оценка затухающей ползучести. (§ 2.15, С. 69-72).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите явление ползучести горных пород с помощью механической модели Максвелла.

2. Постройте типичные графики затухающей и незатухающей ползучести горных пород. Опишите характерные этапы ползучести.

3. Охарактеризуйте механизмы ползучести горных пород. Более детально проясните механизм межзеренного скольжения.

4. Выведите основное реологическое уравнение для модели Максвелла. Укажите, какой вид ползучести оно описывает.

Тема №18. Релаксация напряжений и длительная прочность горных пород

Понятие релаксации напряжений и ее модель, физика явления (механизмы ползучести). Уравнение релаксации напряжений, период релаксации и его смысл. Понятие длительной прочности. Связь длительной прочности с ползучестью пород и метод оценки величины длительной прочности. (§ 2.15, С. 72-74).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под релаксацией напряжений и каков ее механизм?

2. Напишите уравнение релаксации напряжений и поясните смысл периода релаксации.

3. Что называется длительной прочностью горных пород?

4. Постройте график снижения прочности горных пород во времени и поясните, за счет чего происходит это снижение.

5. Как производится экспериментальное определение величины длительной прочности. Поясните на графиках ползучести горных пород.

Задачи: 12, 33.

Тема №19. Статические и динамические характеристики горных пород

Предельные случаи деформирования горных пород. Явление упругого последействия. Влияние дефектов структуры. Влияние релаксации напряжений на прочность и упругость пород. (§ 2.17, С. 81-83).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Как реагирует горная порода на ее деформирование?
2. Изобразите и прокомментируйте графики изменения деформации горных пород при статическом и динамическом нагружении.
3. Как влияют дефекты структуры на прочность и упругость пород при различной скорости ее нагружения?
4. Какова роль релаксации напряжений при статическом нагружении горной породы (покажите на графике).

Тема №20. Развитие исследований по механике горных пород

Первый этап – критерии, рассматривающие горную породу как бесструктурную модель. Второй этап – теории хрупкого разрушения при наличии трещин. Третий этап – теории прочности с учетом термических флуктуаций энергии. Недостатки существующих теорий, требования к разработке обобщенной теории прочности. (§ 2.18, С. 83-92).

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какой принцип положен в основу формирования технических критериев прочности?
2. Опишите существо теории прочности Мора и диаграммы Двиденкова-Фридмана.
3. Укажите основные черты теорий хрупкого разрушения трещиноватых пород.
4. Какова роль термических флуктуаций энергии в формировании прочности горных пород?
5. Охарактеризуйте основные требования к созданию обобщенной теории прочности.

Тема №21. Тепловые свойства горных пород

Удельная и объемная теплоемкость, ее зависимость от температуры. Тепло- и температуропроводность горных пород. Тепловое расширение пород (линейное и объемное). Термические напряжения в горных породах. (Гл. 3, С. 92-102).

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Дайте выражение и размерности удельной и объемной теплоемкости.
2. Постройте график зависимости теплоемкости от температуры горных пород. Дайте интерпретацию графика.

3. Дайте формулы и размерность теплопроводности и температуропроводности горных пород.

4. Опишите фононный (решеточный) механизм распространения тепла в горных породах. Поясните, какие факторы определяют изменение теплопроводности с нагревом горных пород.

5. Что называется коэффициентом теплового линейного и объемного расширения?

6. Чем определяются и как выражаются термические напряжения в горных породах?

Задачи: 9, 46, 47, 51, 52, 55.

Тема №22. Электропроводность горных пород

Электропроводность и электрическое сопротивление горных пород. Механизм электропроводности горных пород: проводников, полупроводников и диэлектриков. Влияние температуры на электропроводность данных типов пород. Методы измерения электрического сопротивления горных пород. (§ 4.1, С. 102-106).

Дополнительная литература: [4, 10].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Напишите формулу удельного электрического сопротивления горных пород.

2. Укажите механизм электропроводности проводников и ее зависимость от температуры горных пород.

3. Чем обусловлена электропроводность полупроводников и как она изменяется при нагреве горных пород?

4. Чем определяется электропроводность горных пород – диэлектриков и как она зависит от температуры?

5. Опишите процедуру измерения электрического сопротивления горных пород, используя схему опыта.

Тема №23. Диэлектрическая проницаемость и поляризация горных пород

Закон Кулона, диэлектрическая проницаемость и ее физический смысл. Понятие и механизмы поляризации (электронная, ионная, дипольная, макроструктурная, электрохимическая). (§ 4.2, С. 106-109).

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что характеризует относительная диэлектрическая проницаемость горных пород и как она связана с силой взаимодействия зарядов (закон Кулона)?

2. Что понимается под поляризацией горной породы?

3. Опишите механизмы электронной, ионной и дипольной поляризации горных пород.

4. Как происходит (специфичная для горных пород) макроструктурная и электрохимическая поляризация?

Тема №24. Диэлектрические потери в горных породах

Зависимость поляризации от частоты электрического поля. Физика диэлектрических потерь. Эквивалентная схема горной породы и ее векторная диаграмма. Тангенс угла диэлектрических потерь и вывод уравнения удельной мощности диэлектрических потерь. (§ 4.3, С. 109-114).

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называется и чем обусловлены диэлектрические потери в горных породах?

2. С помощью эквивалентной схемы горной породы поясните смысл тангенса угла диэлектрических потерь.

3. Выведите формулу удельного количества теплоты, выделяемой в горной породе за счет диэлектрических потерь.

4. Опишите схему измерения диэлектрических характеристик горных пород.

Задачи: 24, 25.

Тема №25. Магнитные свойства горных пород

Магнитная проницаемость и ее смысл, связь с индукцией поля. Намагничивание горных пород диа- и парамагнетиков. Намагничивание ферромагнетиков (график), намагниченность насыщения, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила. (§ 4.4, С. 114-117).

Дополнительная литература: [4, 6].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что характеризует магнитная проницаемость горных пород и как она связана с индукцией и напряженностью магнитного поля?

2. В чем состоит различие в процессе намагничивания горных пород диамагнетиков парамагнетиков?

3. Постройте график намагничивания горной породы-ферромагнетика и поясните смысл показателей: намагниченность насыщения, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила.

Тема №26. Гранулометрический состав разрушенных пород

Понятие гранулометрического состава, его табличное и графическое изображение (гистограмма, полигон, кумулята). Характеристики грансостава (средний размер куска, коэффициент неоднородности и степень дробления, удельная энергоемкость дробления). Коэффициент разрыхления, насыпная масса и угол естественного откоса разрушенных пород. (§ 5.2.1, С. 122-129).

Дополнительная литература: [5, 8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Как определяется и выражается гранулометрический состав разрушенной породы?

2. Произведите построение и покажите смысл гистограммы, полигона и кумулятивной кривой распределения кусков разрушенной породы по размерам.

3. Что характеризуют и как определяются коэффициент неоднородности, степень и энергоемкость дробления?

4. Что называется коэффициентом разрыхления и как он связан с объемной и насыпной массой горных пород? Какие факторы определяют величину коэффициента разрыхления?

5. Что представляет собой угол естественного откоса разрушенной горной массы?

Задачи: 13, 14., 15, 19, 31.

Тема №27. Физико-механические свойства разрушенных пород

Понятие идеально сыпучей и реально разрушенной горной массы. Построение паспорта прочности для данных типов пород. Деформационные характеристики разрушенных пород, модули деформации и спада. (§ 5.2.2, С. 130-132).

Дополнительная литература: [5, 8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Чем отличаются идеально сыпучие от реально разрушенных горных пород?

2. Опишите схему экспериментального построения паспорта прочности разрушенных пород.

3. Постойте и дайте интерпретацию паспортам прочности идеально сыпучей и реально разрушенной горных пород.

4. Постройте графики деформации идеально сыпучей и реально разрушенной горной породы, охарактеризуйте модули деформации и спада.

Тема №28. Водно-физические свойства глинистых пород

Глины, суглинки и супеси. Структура воды в глинистых породах, определение влажности. Сухое, пластичное и текучее состояние глинистых пород, связь с ползучестью пород. Набухание и усадка глин, осмотическая природа набухания. Липкость глин и методы борьбы с налипанием. (§ 5.3.1, С. 132-136).

Дополнительная литература: [4, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под глинистыми горными породами?

2. Какие виды воды содержатся в глинистых породах, и как определяется ее количество (влажность)?

3. Как зависит состояние глинистых пород от их влажности. Покажите типичные графики ползучести глинистых пород.

4. Что понимается под пределами пластичности и текучести глинистых пород?

5. Опишите физику явлений набухания и усадки глинистых пород. Какими показателями они характеризуются?

6. Как определяется липкость (адгезия) глинистых пород? Укажите методы борьбы с налипанием глин на рабочий инструмент.

Задачи: 22.

Тема №29. Механические свойства глинистых пород

Построение паспорта прочности глинистых пород. Деформационные характеристики глин, коэффициенты сжимаемости и компрессии, область их применения. (§ 5.3.2, С. 136-139).

Дополнительная литература: [4, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите схему и процедуру построения паспорта прочности глинистых пород.
2. Опишите устройство экспериментальной установки для проведения компрессионных испытаний глинистых пород и поясните схему испытаний.
3. Как и для каких целей определяется коэффициент сжимаемости глинистых пород? Поясните на графике.
4. Что понимается под коэффициентом компрессии глинистых пород? Поясните на графике.

Задачи: 29, 30.

Тема №30. Мерзлые (криогенные) горные породы

Структура воды в горных породах и ее характеристики. Изменение объемной массы, скорости волны, теплопроводности и теплоемкости при замораживании пород. Изменение прочности скальных и разрушенных пород при замораживании. Графики деформации скальных и разрушенных пород при положительных и отрицательных температурах. (§ 5.4, С. 140-143).

Дополнительная литература: [4, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под физически связанной, капиллярной и свободной водой в горных породах? Укажите их температуру замерзания.
2. Укажите характер изменения объемной массы, скорости волны, теплопроводности и теплоемкости горных пород при их замораживании.
3. Покажите на графике и охарактеризуйте основные особенности изменения прочности скальных и разрушенных пород при их замораживании.
4. Постройте и опишите графики деформации скальных пород при положительных и отрицательных температурах.
5. Постройте и опишите графики деформации разрушенных (раздельнозернистых) пород при положительных и отрицательных температурах.

Задачи: 10.

Тема №31. Особенности массива горных пород

Различие в свойствах массива и образца горных пород, факторы, определяющие это различие. Методы изучения свойств массива горных пород (натурные, косвенные, расчетные), их суть. Понятие и область применения свойств массива горных пород, горной породы в массиве, горной породы в куске (образце). (§ 5.5, С. 143-145).

Дополнительная литература: [4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие факторы определяют различие в физических свойствах горных пород в массиве и в образце?

2. Какие методы могут использоваться для определения свойств массива горных пород?

3. Чем различаются следующие понятия: «массив горных пород», «горная порода в массиве» и «горная порода в образце (куске)»?

Тема №32. Физические поля в породном массиве

Напряженно-деформированное состояние (НДС) массива и формирование горного давления. Влияние горного давления на прочность и упругость пород. Роль воды в горных породах. Влияние теплового и электромагнитного полей на свойства пород. (§ 5.6, С. 145-151).

Дополнительная литература: [4, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под напряженно-деформированным состоянием породного массива?

2. Как влияет горное давление различного по величине уровня на прочностные и упругие свойства горных пород?

3. Охарактеризуйте роль воды при деформации и разрушении горных пород.

4. Как изменяются свойства горных пород при их нагреве?

Тема №33. Трещинная структура породных массивов

Выделение типов массива по слоистости. Слоистость горных пород и коэффициент анизотропии. Характеристики трещин и их особенности. Влияние трещиноватости на свойства горных пород. (§ 5.7, С. 151-153).

Дополнительная литература: [4, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Как разделяются породные массивы по слоистости?

2. Как оценивается анизотропия свойств слоистого массива?

3. Укажите показатели, характеризующие трещиноватость породного массива;

4. Как оценивается блочность и трещинная пустотность породного массива?

Тема №34. Гидравлические характеристики породных массивов

Классификация трещин по степени их раскрытия. Характеристики фильтрации жидкости в породный массив. Явление смачиваемости пород и капиллярное движение жидкости. Оценка водопоглощения горных пород. Коэффициент размокания горных пород. (§ 5.8, С. 153-160).

Дополнительная литература: [4, 9].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под коэффициентом фильтрации и коэффициентом проницаемости породного массива? Как они соотносятся?
2. Опишите характер движения жидкости по капиллярным трещинам массива.
3. Охарактеризуйте механизм смачиваемости пород.
4. Как определяется влагоемкость и водопоглощение горных пород?
5. Как влияет влажность пород на их прочность? Что понимается под коэффициентом размокания?

Тема №35. Масштабный эффект в горных породах

Определение и физика масштабного эффекта в горных породах. Уравнение масштабного эффекта. Физический смысл минимальной и теоретической прочности пород. Показатель масштабного эффекта и способ его определения. (§ 5.9, С. 161-162).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называется и чем обусловлен масштабный эффект в горных породах?
2. Постройте график и опишите зависимость прочности горных пород от их объема.
3. Напишите уравнение масштабного эффекта и поясните смысл входящих в формулу показателей.
4. Опишите процедуру экспериментального определения показателя масштабного эффекта n.

Задачи: 17.

Тема №36. Горно-технологические характеристики пород и породных массивов

Определение горно-технологических характеристик. Крепость и шкала крепости проф. М.М.Протодьяконова. Твердость и контактная прочность горных пород. Абразивность пород и методы ее оценки. Другие горно-технологические характеристики и их определение. (§ 5.10, С. 163-167).

Дополнительная литература: [4, 5, 8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под горно-технологическими характеристиками пород?
2. Как определяется и в каких пределах изменяется коэффициент крепости горных пород по шкале проф. М.М.Протодьяконова?
3. Как определяется твердость и чем она отличается от контактной прочности горных пород?
4. Что характеризует и как определяется абразивность горных пород?
5. Опишите методы определения дробимости горных пород.

6. Назовите наиболее употребительные горно-технологические характеристики пород.

Задачи: 44, 48.

Тема №37. Изучение строения породных массивов

Классификация методов изучения трещиноватости породных массивов. Прямые методы и их реализация. Описание косвенных методов оценки трещиноватости (при бурении скважин, гидравлическом опробовании, по показателям производственных процессов, электрический и акустический методы). Оценка трещиноватости по извлеченному керну. Обработка результатов измерений трещиноватости. (§ 6.1, С. 168-174).

Дополнительная литература: [4, 8].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Охарактеризуйте прямые (непосредственные) методы изучения трещиноватости массива.

2. Назовите основные направления косвенных методов оценки трещиноватости массива.

3. Какими показателями можно оценить трещиноватость массива в ходе бурения разведочных скважин?

4. Охарактеризуйте этапы исследований при изучении трещиноватости массива на обнажениях.

5. Какие параметры характеризуют системы трещин породного массива?

Тема №38. Натурные методы изучения свойств массива

Определение показателей, связанных с распространением энергии. Схема и последовательность определения прочности при сжатии и деформационных характеристик массива. Процедура построения паспорта прочности массива пород. Пенетрационные методы (определение контактной прочности). Скважинные исследования массива. (§ 6.2, С. 175-183).

Дополнительная литература: [4, 10].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие характеристики массива пород могут определяться в производственных условиях теми же методами, что и в лабораторных условиях?

2. Опишите схему и последовательность определения прочности при сжатии и деформационных характеристик массива горных пород.

3. Опишите схему и последовательность испытаний для построения паспорта прочности массива горных пород.

4. Какие показатели определяются при пенетрационных испытаниях массива?

5. Укажите существо скважинных испытаний при оценке деформационных свойств массива.

Задачи: 16.

Тема №39. Прогноз свойств горных пород и массивов

Основы прогноза. Процедура установления взаимосвязей свойств пород. Использование взаимосвязей свойств. Достоинства и недостатки косвенного определения свойств массива. Введение поправок на действующие в массиве физические поля. (§ 6.3, 6.4, С. 183-193).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Укажите существо косвенного метода определения свойств горных пород и массивов.
2. Опишите процедуру корреляционного анализа взаимосвязей свойств горных пород.
3. Каким образом вводятся поправки в уравнения прогноза на действующие в породном массиве физические поля?
4. Укажите достоинства и недостатки методов прогноза свойств пород с помощью их взаимосвязей.

Тема №40. Геофизические методы исследования массива

Классификация геофизических методов. Процедура скважинного каротажа. Использование данных акустического каротажа. Введение поправок на действующее в массиве горное давление. (§ 6.5, С. 194-198).

Дополнительная литература: [4, 10].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите наиболее употребительные геофизические методы исследования породного массива.
2. Как осуществляется скважинный (в частности, акустический) каротаж массива?
3. Как можно использовать данные акустического каротажа?
4. Охарактеризуйте методику косвенного определения свойств массива по данным акустического каротажа.

Тема №41. Исследование технологических параметров массива

Критерии эффективности технологических процессов. Формирование критериев буримости горных пород. Оценка взрываемости горных пород. Определение эффективности уборки породы (экскавируемости). (§ 6.6, С. 198-213).

Дополнительная литература: [4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Охарактеризуйте принципы формирования критериев эффективности процессов горного производства.
2. Укажите основные расчетные соотношения для описания процессов бурения шпуров и скважин.
3. Какие расчетные соотношения характеризуют процесс разрушения пород взрывом?
4. Как оценить эффективность погрузки горной породы?

Тема №42. Прогноз устойчивости горных пород в выработках

Общее условие устойчивости горных пород в выработке. Коэффициент структурного ослабления. Коэффициент концентрации напряжений на контуре выработки. Вероятностная характеристика безопасности выработки. Вероятностный прогноз устойчивости горных пород в выработке. (§ 6.7, С. 213-219).

Дополнительная литература: [5, 7].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Поясните физический смысл уравнения устойчивости горных пород в выработке.
2. Что характеризует и как определяется коэффициент структурного ослабления массива?
3. От каких факторов зависит коэффициент концентрации напряжений на контуре выработки?
4. Поясните вероятностный смысл характеристики безопасности выработки.

Тема №43. Методы изучения напряженно-деформированного состояния (НДС) породного массива

Факторы, влияющие на величину горного давления. Метод разгрузки и его реализация. Скважинные методы. Метод компенсационной нагрузки. Достоинства и недостатки методов. Косвенные методы исследования НДС массива. (§ 6.7, С. 219-238).

Дополнительная литература: [5, 7, 10].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие факторы нарушают линейное распределение давления по глубине массива?
2. Дайте схему и опишите существо метода разгрузки.
3. Каким образом реализуются скважинные методы изучения НДС массива?
4. На каком принципе основан метод компенсационной нагрузки и поясните схемой.
5. Как реализуется акустический метод исследования НДС массива?

Тема №44. Горные удары и выбросы

Понятие горных ударов и выбросов. Уравнение энергетического баланса горного удара. Математическое выражение составляющих уравнения энергетического баланса. Условие внезапных выбросов угля и газа. Запредельное деформирование горных пород и его характеристики. (§ 6.8.3, С. 252-255).

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите физику возникновения горных ударов и выбросов.
2. Запишите уравнение энергетического баланса горного удара и поясните смысл входящих в него слагаемых.

3. Изобразите график запредельного деформирования горных пород и дайте его интерпретацию.

4. Что называется дилатансией горных пород?

5. Дайте определение модуля спада.

Тема №45. Прогноз и предотвращение горных ударов

Этапы прогнозирования горных ударов. Определение5 потенциальной удароопасности горных пород. Локальный прогноз горных ударов: методы дискования керна, вдавливания пуансона и др. Методы предотвращения горных ударов. (§ 6.8.5, 6.8.6, С. 260-272).

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите последовательность прогноза горных ударов.

2. Укажите два критерия удароопасности горных пород с пояснениями на графике деформации.

3. Охарактеризуйте метод дискования керна как средство прогноза горного удара.

4. Как определяется коэффициент удароопасности при использовании метода вдавливания пуансона?

5. Опишите особенности бурения разгрузочных щелей и камуфлетного взрывания как меры борьбы с горными ударами.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Порядок выполнения и оформления контрольной работы

1. Производят все указанные в задании вычисления характеристик горных пород.

2. В соответствии с заданием определяют параметры элементов горной технологии по полученным характеристикам горной породы.

3. Оформляют и защищают контрольную работу.

Контрольная работа должна состоять из титульного листа с указанием ее названия, автора и руководителя; краткой теории вопроса; сводки результатов и выводов.

При выполнении графических построений и таблиц на компьютере приводятся их распечатки.

Все расчеты оформляются в виде формул в общем виде, их числовое выражение и полученный результат с указанием размерности.

Контрольная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД

Цель работы – овладение методикой лабораторного определения деформационных характеристик скальных пород статическим методом применительно к расчетам процессов горного производства.

Определяемые в опыте деформационные характеристики включают: модуль упругости, модуль пластичности, модуль общей деформации, коэффициент Пуассона. По полученным результатам вычисляются модуль сдвига и модуль объемного сжатия. Указанные характеристики определяют устойчивость горных пород и энергоемкость всех процессов связанных с разработкой пород.

Теоретическая основа дается в учебнике [1]:

2.2. Напряжения и деформации в горных породах;

2.3. Упругие свойства горных пород;

2.6. Методы определения упругих свойств горных пород;

2.13. Пластическое деформирование горных пород;

2.14. Пластические свойства горных пород.

Методика эксперимента

1. На испытываемый образец в форме цилиндра (керна) или призмы с параллельными торцами устанавливаются датчики продольной и поперечной деформации (тензодатчики сопротивления или индикаторы часового типа). Измеряют высоту и площадь образца S; определяют базу измерений (в продольном направлении L и поперечном направлении d).

2. Образец устанавливают на прессе и производят его ступенчатое нагружение. Величина предельной нагрузки определяется прочностью горной породы при сжатии или назначается в зависимости от конкретно решаемой задачи.

3. На каждой ступени нагружения фиксируется значение нагрузки P_i, Н (или кгс) и показания парных датчиков продольной и поперечной деформации.

4. После проведения эксперимента вычисляют напряжения на каждой ступени нагружения $\sigma_i = P/S$; усредняют показания пар датчиков и вычисляют относительную продольную $\varepsilon_i = \Delta L/L$ и поперечную $\Delta d_i/d$ деформации.

5. Результаты заносят в таблицу и производят построение графиков продольной и поперечной деформации.

6. По линейным участкам графиков вычисляют модуль упругости E и коэффициент Пуассона ν; выделяют нелинейный участок графика, характеризующий пластическую деформацию породы, и вычисляют модуль пластичности $E_{пл}$; по полной деформации определяют модуль общей деформации $E_{деф}$.

7. Вычисляют значения модуля сдвига: $G = E/ [2 (1 + \nu)]$ и модуля объемного сжатия $K = E/ [3 (1 - 2\nu)]$.

Задание:

1. Вычислить все указанные выше деформационные характеристики горной породы.

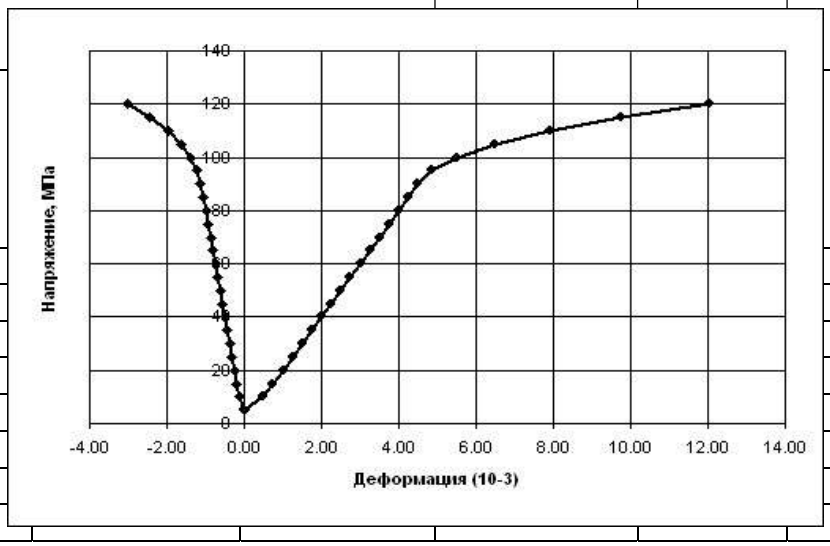
2. Определить удельную энергоемкость разрушения данной породы: $A_{уд} = \sigma^2/2E_{деф}$, Дж/м^3, приняв σ равным предельному значению напряжений, полученному в опыте.

3. Определить удельную энергоемкость разрушения этой же породы в предположении ее идеальной упругости: $A_{уд}^* = \sigma^2/2E$, Дж/м^3.

4. Сравнить результаты и определить потери энергии на пластическое деформирование горной породы: $\Delta A = A_{уд} - A_{уд}^*$; выразить потери в % к $A_{уд}$.

Пример распечатки результатов

	Известняк				
	Напряжение, МПа	**Деформация (10^{-3})**			
		продольная	**поперечная**		
	5	0.000	0.000		
	10	0.500	-0.125		
	15	0.750	-0.188		
	20	1.000	-0.250		
	25	1.250	-0.313		
	30	1.500	-0.375		
	35	1.750	-0.438		
	40	2.000	-0.500		
	45	2.250	-0.563		
	50	2.500	-0.625		
	55	2.750	-0.688		
	60	3.000	-0.750		
	65	3.250	-0.813		
	70	3.500	-0.875		
	75	3.750	-0.938		
	80	4.000	-1.000		
	85	4.250	-1.063		
	90	4.500	-1.125		
	95	4.854	-1.213		
	100	5.503	-1.376		
	105	6.503	-1.626		
	110	7.901	-1.975		
	115	9.738	-2.434		
	120	12.053	-3.013		
***Модуль упругости, ГПа*:**				20.0	
Предел упругости, МПа				90.0	
Модуль пластичности, ГПа				4.0	
Модуль общей деформации, ГПа				10.0	
Модуль сдвига, ГПа				8.0	
Модуль объемного сжатия, ГПа					
Коэффициент Пуассона					



Контрольная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Цель работы – овладение методикой экспериментального определения масштабного эффекта в горных породах применительно к расчетам процессов горного производства.

Масштабным эффектом называется снижение прочности горных пород при увеличении их объема. Поскольку прочность пород определяется в лабораторных экспериментах на образцах заведомо малого размера, а реальные процессы охватывают значительные объемы породного массива, то учет масштабного эффекта необходим для введения соответствующих поправок в расчетные формулы технологии горного производства.

Теоретическая основа

[1] – разделы: 2.10; 5.5; 5.9;

[2] – Лабораторная работа «Построение паспорта прочности горных пород».

Методика эксперимента

1. В соответствии с методическими указаниями к лабораторной работе производится определение прочности при сжатии и обработка результатов для кубических образцов двух типоразмеров со стороной 2 и 5 см.

2. Найти показатель масштабного эффекта *n*.

3. Записать уравнение масштабного эффекта и построить его график при изменении объема пород от 1 до 20 м^3.

Задание:

1. При проходке выработки площадью поперечного сечения 10 м^2 с помощью буровзрывных работ глубина отбойки породы (уходка за цикл) составляет 2,0 м. С учетом масштабного эффекта определить прочность данного объема исследованной Вами породы.

2. Оценить требуемое количество взрывчатого вещества (ВВ) на 1 м^3 разрушаемой породы (удельный расход ВВ) по формуле:

$$q = 0{,}015\ \sigma_{сж}[\text{МПа}],\ \text{кг/м}^3.$$

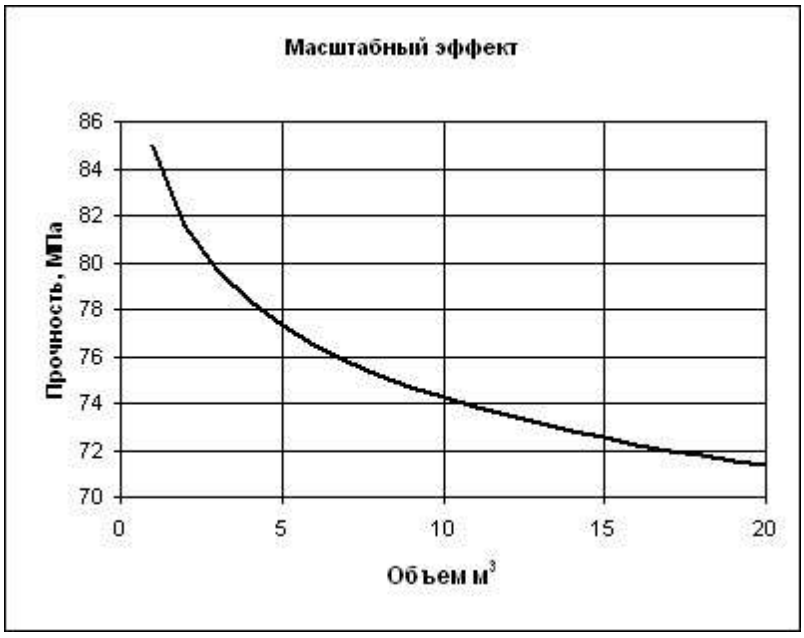
Пример распечатки результатов

ОЦЕНКА МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА ГОРНЫХ ПОРОД

Студент:	***Иванов И. И.***

Задание №5

Куб со стороной 2 см			**Куб со стороной 5 см**		
Площадь, $см^2$	Нагрузка, тс	Прочность, МПа	Площадь, $см^2$	Нагрузка, тс	Прочность, МПа
4	3.81	95.2	25	18.43	73.7
4	3.16	79.1	25	13.57	54.3
4	2.91	72.8	25	16.31	65.2
4	4.09	102.3	25	18.88	75.5
4	3.20	80.1	25	14.00	56.0
4	3.14	78.4	25	20.09	80.4
4	3.57	89.4	25	20.14	80.6
4	3.73	93.1	25	19.00	76.0
4	3.34	83.5	25	18.63	74.5
4	3.05	76.3	25	18.31	73.2
Среднее		85	**Среднее**		71



Контрольная работа №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЩИНОЙ СТРУКТУРЫ ПОРОДНЫХ МАССИВОВ

Цель работы – отработка методов исследования и анализа трещинной структуры породных массивов применительно к оценке их прочности и устойчивости.

Трещины разбивают породный массив на отдельные блоки, образующие его иерархическую структуру. Поэтому для проектировании процессов разработки месторождений и определения устойчивости горных выработок особенности трещинной структуры массива нуждаются в количественной оценке.

Теоретическая основа

[1] – раздел 6.1.

Методика эксперимента

1. На обнажении пород (стенках или забое выработки) очерчивается площадка 1 м^2, отмывается от осевшей пыли и производится электронная фотография со вспышкой.

2. При наличии заполненных трещин из них отбираются для последующего анализа пробы материала заполнителя.

3. По полученной фотографии все трещины разбиваются на классы по размерам (желательно в логарифмическом масштабе).

4. Путем накладывания палетки соответствующих размеров ячейки подсчитывается число трещин каждого класса.

5. По полученным данным определяют сводные характеристики трещиноватости массива: концентрацию трещин, их суммарную и удельную поверхность, степень нарушенности и дисперсность.

Задание:

1. По данным задания составить расчетную таблицу и определить выше указанные параметры трещиноватости породного массива.

2. Построить гистограмму распределения трещин по размерам.

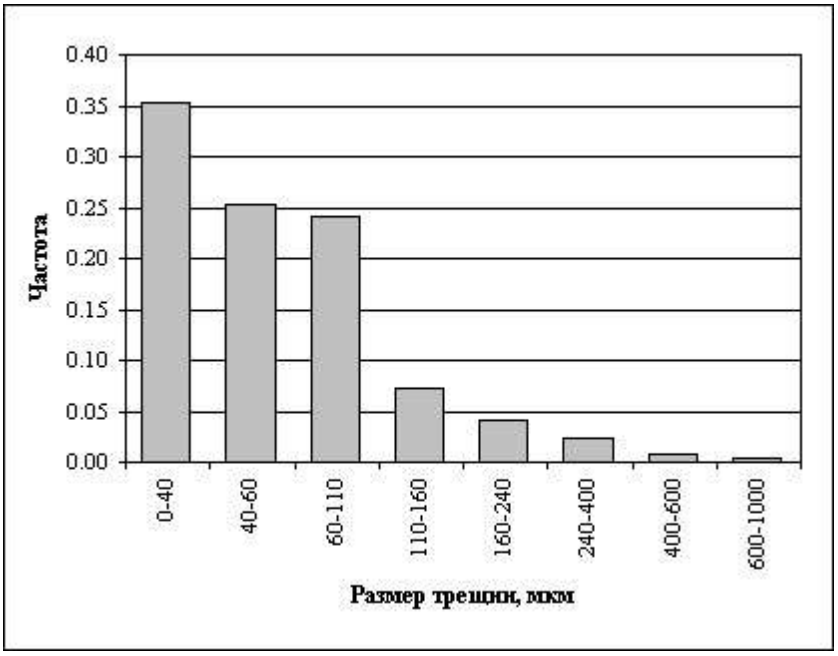
3. Выполнить анализ результатов.

Пример распечатки результатов

Исследование трещинной структуры породных массивов

Студент _____ ***Задание №*** _____

Интервал трещиноватости, мм	**Середина интервала, мм**	**Число трещин**	**Частота n_i**	***mi/li***	***2mi*li***	***mi*li***	***mi*li^2***
0-40	20	97	0.444	22.2062	0.0178	0.0089	0.0002
40-60	50	53	0.243	4.8675	0.0243	0.0122	0.0006
60-110	85	44	0.202	2.3752	0.0343	0.0172	0.0015
110-160	135	12	0.056	0.4117	0.0150	0.0075	0.0010
160-240	200	7	0.030	0.1506	0.0120	0.0060	0.0012
240-400	270	4	0.017	0.0611	0.0089	0.0045	0.0012
400-600	500	1	0.005	0.0109	0.0055	0.0027	0.0014
600-1000	800	1	0.003	0.0037	0.0047	0.0024	0.0019
Сумма:		218	1.0000	30.0869	0.1226	0.0613	0.0089



4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ
(для студентов заочного обучения)

1. Что понимается под структурой и текстурой горных пород и какие их типы можно выделить для горных пород? Кубический образец со стороной 5 см имеет массу 320 г. Определить объемную массу и объемный вес горной породы.

2. Как можно оценить строение массива горных пород по результатам бурения скважин? Горная порода плотностью 2,8 г/см^3 имеет общую пористость 5%. Определить ее объемную массу, удельный и объемный вес.

3. Опишите основные методы укрепления массива горных пород. На кубический образец со стороной 2 м действует сжимающая нагрузка 5 тонн. Построить круг напряжений Мора и определить нормальные и касательные напряжения в площадке, ориентированной под углом 30^0 к плоскости нагружения.

4. Опишите классификацию кристаллов по типам сил связи. Для условий предыдущей задачи (№3) определить минимальные и максимальные нормальные и касательные напряжения. Указать, каким площадкам они соответствуют.

5. Опишите основные виды дефектов структуры кристаллов. В массиве горных пород действуют главные напряжения величиной 50, 30 и 15 МПа. Построить круги напряжений, характеризующие объемное напряженное состояние горной породы и определить величину нормальных и касательных напряжений, действующих в площадке, ориентированной под углом 45^0 к соответствующим осям.

6. Какие типы дислокаций определяют линейные дефекты кристаллов? Опишите механизм их движения и размножения. Определить работу деформирования целика горной породы сечением 1,5х1,5 м и высотой 3 м, если при вертикальном напряжении 25 МПа опускание кровли выработки (деформация целика) составило 30 мм.

7. Какие показатели характеризуют плотностные свойства горных пород? Определить модуль упругости горной породы для условий предыдущей задачи (№6).

8. Опишите различные виды пористости горных пород. Модуль упругости горной породы составляет 35 ГПа и коэффициент Пуассона – 0,25. Вычислить модуль сдвига и модуль объемного сжатия горной породы в Паскалях и кгс/см^2.

9. Охарактеризуйте взаимосвязь нормальных и касательных напряжений в горной породе. Кубический образец горной породы со стороной 5 м при нагревании на 40^0 расширился во всех направлениях на 20 мм. Вычислить коэффициенты теплового линейного и объемного расширения данной породы.

10. Какие деформации соответствуют нормальным и касательным напряжениям в горной породе? Кубический образец горной породы со стороной 5 см имеет прочность при сжатии 120 МПа. После 25 циклов замораживания и оттаивания образец разрушился при нагрузке 22 тонны. Является ли данная порода морозостойкой?

11. Как разделяются горные породы по характеру их деформирования? Покажите типичные графики деформации. Определить объем пор в кубическом образце горной породы, если ее общая пористость составляет 4 %, а сторона куба 5 см.

12. Опишите физические основы действия поверхностно-активных веществ на горные породы. Целик высотой 3 м, поддерживающий кровлю выработки, под действием вертикального давления в 30 МПа перешел в стадию незатухающей ползучести. Определить, на сколько миллиметров опустится кровля выработки за первые сутки, если модуль упругости породы – 4 ГПа, период релаксации - $5 \cdot 10^4$с.

13. Как определить работу деформирования горных пород? При разрушении горных пород взрывом получен следующий гранулометрический состав разрушенной породы

Размер кусков, см	0 - 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Масса фракции, т	2	5	15	12	4	2

Построить гистограмму и полигон распределения кусков по размерам.

14. Опишите упругие свойства горных пород и их взаимосвязь. По данным задачи №13 построить кумулятивную кривую грансостава разрушенной породы, определить средний размер куска, коэффициент неоднородности дробления и степень дробления, если объемная масса взорванной породы составляет 2,8 г/см^3.

15. Как распределяются напряжения в горных породах вокруг выработки? Покажите эпюры напряжений. Транспортировка руды осуществляется думпкарами вместимостью 20 м^3. Какова должна быть их минимальная грузоподъемность, если объемная масса руды 3,5 г/см^3 и коэффициент разрыхления – 1,8?

16. Укажите зависимость скорости распространения продольных и поперечных волн от упругих свойств горных пород и размеров образца. При испытаниях горной породы на срез со сжатием в шахтных условиях получены следующие результаты: при углах среза 60; 45; 30 градусов прочность на срез составила, соответственно, 10; 25; 35 МПа. Построить паспорт прочности и определить величину сцепления массива горных пород.

17. Чем определяется и как оценивается затухание упругих колебаний в горных породах? Определить показатель масштабного эффекта, если при испытании кубических образцов горной породы размерами 2 и 4 см их прочность составила соответственно 54 и 38 МПа.

18. Опишите физическую сущность горных ударов и выбросов пород. Определить динамический модуль сдвига горной породы с объемной массой 2,7 г/см^3, если скорость распространения в ней поперечных упругих волн составляет 3800 м/с.

19. Дайте сравнительную оценку статического и динамического методов определения упругих свойств горных пород. При проходке горной выработки сечением 8 м^2 продвигание забоя за цикл составляет 2 м. Сколько вагонеток

вместимостью 1,5 $м^3$ потребуется для уборки взорванной породы, если ее коэффициент разрыхления – 1,8?

20. Как влияет скорость приложения нагрузки на упругие свойства горных пород и чем определяется различие в величине статических и динамических показателей? Определить величину вертикальных и горизонтальных напряжений в массиве на глубине 800 м, если средний объемный вес пород составляет 2,5 $гс/см^3$ и коэффициент Пуассона – 0,25.

21. Укажите основные критерии прочности горных пород и условия их применения. Построить график деформации упруго-пластичной породы, если ее прочность при сжатии составляет 150 МПа, предел упругости – 100 МПа, а упругая продольная деформация – 0,002 составляет половину от полной (разрушающей). Показать на графике и вычислить величины модуля упругости, модуля пластичности и модуля полной деформации.

22. Опишите существо теории прочности Мора и укажите физическую сущность огибающей предельных кругов напряжений. Глинистая порода с массой минерального скелета 2 кг переходит в пластичное состояние при увлажнении до увеличения массы в 2,3 кг и в текучее – до 2,8 кг. Определить пределы пластичности, текучести и число пластичности данной породы.

23. Опишите процедуру построения паспорта прочности горных пород с его графической иллюстрацией. Вычислить величину основных упругих характеристик горной породы (модули упругости, сдвига, объемного сжатия, коэффициент Пуассона), если известны скорость распространения продольной – 5000 м/м и поперечной – 2800 м/с волны в массиве; объемная масса породы – 2,8 $г/см^3$.

24. Что называется сцеплением и углом внутреннего трения горных пород? Укажите их положение на графике паспорта прочности. Определить количество теплоты, которое выделится в образце породы размерами 50х50х50 см в переменном электрическом поле напряженностью 2000 В/м и частотой 1 МГц, если относительная диэлектрическая проницаемость горной породы – 3,5 и тангенс угла потерь – 0,25.

25. Опишите механизмы пластичности горных пород. Какое количество тепла выделится в кубическом образце горной породы со стороной 20 см в переменном электрическом поле напряженностью 5000 В/м и частотой 15 кГц, если относительная диэлектрическая проницаемость пород составляет 5,6 и тангенс угла диэлектрических потерь – 0,3?

26. Дайте определение предела упругости и модулей упругости, пластичности, полной деформации. Укажите их положение на графике деформации. Вычислить электрическое сопротивление кубического образца горной породы со стороной 20 см, если ее удельное электросопротивление составляет 600 Ом·м.

27. Что называется коэффициентом пластичности и коэффициентом хрупкости, как они связаны с работой разрушения горных пород? Определить максимальный размер горной породы, при котором еще выполняется условие

стержня, если скорость продольной волны в ней составляет 4500 м/с и частота колебаний 25 кГц.

28. На основании модели упруго-пластичного тела (модель Максвелла) опишите характерные этапы затухающей и незатухающей ползучести горных пород. Определить величину напряжений на контуре горной выработки, пройденной на глубине 420 м, если средний объемный вес вышележащих пород составляет 2,8 гс/см^3, коэффициент Пуассона – 0,3 и коэффициент концентрации напряжений – 2,2.

29. Дайте вывод основного уравнения реологии и укажите его применимость к процессу ползучести горных пород. При испытании глинистой породы на срез со сжатием при нормальных сжимающих напряжениях σ = 0; 5; 10; 15 МПа получены следующие значения прочности породы на срез, соответственно, τ_C = 3; 10; 15; 16 МПа. Построить паспорт прочности глинистой породы.

30. Что называется релаксацией напряжений и чем она обусловлена в горных породах? При компрессионных испытаниях кубического образца глинистой породы размером 5 см получены следующие данные: при напряжениях 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 кгс/см^2 образец показал продольную деформацию, соответственно, 2; 4; 8; 16 мм. Построить график деформации и определить величину коэффициента сжимаемости глинистой породы.

31. Что понимается под длительной прочностью горных пород? Как она соотносится с ползучестью? Определить нагрузку на прицепное устройство скипа вместимостью 11 м^3 при подъеме полезного ископаемого с объемной массой 3,2 г/см^3, если коэффициент разрыхления составляет 1,8 и собственная масса скипа 11 тонн.

32. Опишите основные горнотехнологические характеристики пород. При динамическом нагружении горной породы ее относительная продольная деформация в 4 раза превышает поперечную. Во сколько раз скорость продольной волны в массиве этих пород больше скорости поперечной волны?

33. Охарактеризуйте методы локального прогноза горных ударов. До какого значения снизятся за двое суток напряжения на контуре жестко закрепленной горной выработки, если начальной напряжение составляет 80 МПа, период релаксации - $4 \cdot 10^5$с.

34. Дайте определение теплоемкости горных пород. Как она зависит от температуры и влажности пород? Разрушение кубического образца горной породы со стороной 5 см произошло при вертикальной нагрузке 8 тонн и боковой – 5 тонн. Определить предельное касательное напряжение, действовавшее в площадке под углом 30^0 к горизонтальной плоскости.

34. Охарактеризуйте механизм передачи тепла в горных породах, дайте определения теплопроводности и температуропроводности. Определить критическую глубину разработки, на которой возникает возможность горных ударов, если прочность при растяжении горных пород составляет 25 МПа, коэффициент структурного ослабления – 0,8, коэффициент концентрации напряжений – 1,8, средний объемный вес пород – 2,5 гс/см^3, а тектонические напряжения в массиве пренебрежимо малы.

36. Опишите тепловое расширение и возникновение термических напряжений в горных породах. На расстоянии 20 м от источника энергия (амплитуда) упругой волны уменьшилась в 5 раз. Определить коэффициент затухания волны для данных условий.

37. Опишите механизм электропроводности горных пород проводников, полупроводников и диэлектриков. Определить удельную работу хрупкого разрушения горной породы, если ее прочность составляет 150 МПа, а модуль упругости – 60 ГПа.

38. Что называется относительной диэлектрической проницаемостью? Как она характеризует поляризацию горных пород? Определить прочность горной породы при одноосном растяжении, если огибающая кругов предельных напряжений принята в виде прямой с углом внутреннего трения 35^0 и величиной сцепления – 40 МПа. Построить паспорт прочности.

39. Опишите основные механизмы поляризации горных пород. Прочность горной породы при одноосном растяжении составила 25 МПа, при одноосном сжатии – 150 МПа. Построить паспорт прочности и определить величину сцепления и угла внутреннего трения данной породы.

40. Что представляют собой диэлектрические потери в горных породах? Модуль пластичности горной породы составляет 25 ГПа, предел упругости – 40 МПа. Определить прочность при сжатии данной породы, если при ее разрушении общая относительная продольная деформация составила 0,0015, а упругая – 0,0005. Построить график деформации.

41. Выведите формулу для расчета процесса нагревания горных пород в переменном электрическом поле. Определить удельную работу разрушения горной породы, если ее прочность составляет 60 МПа, модуль упругости – 4 ГПа, коэффициент пластичности – 2,2.

42. Укажите особенности намагничивания горных пород диа-, пара- и ферромагнетиков. Определить величину сцепления горной породы при линейной огибающей кругов напряжений Мора, если угол внутреннего трения породы 45^0 и разрушение произошло при нормальных и касательных напряжениях, соответственно, 25 и 60 МПа. Построить паспорт прочности.

43. Что называется гранулометрическим составом разрушенных горных пород? Дайте графическое изображение гистограммы и полигона распределения кусков горной породы по размерам. Определить предел упругости горной породы, если ее разрушение произошло при напряжении 35 МПа и относительной пластической деформации 0,002. Модуль пластичности горной породы – 5 ГПа.

44. Укажите основные характеристики гранулометрического состава разрушенных пород. Построить графики зависимости коэффициентов крепости (основного и модернизированного) от прочности горных пород при сжатии в интервале от 0 до 400 МПа. Оценить разницу в коэффициентах при $\sigma_{сж}$ = 50 и 150 МПа.

45. Что называется коэффициентом разрыхления горных пород, от каких факторов зависит его величина? Рассчитать и показать на графике изменение

отношения скоростей продольной и поперечной волн ($C_м/C_S$) при изменении коэффициента Пуассона от 0,1 до 0,5, если все прочие показатели остаются неизменными.

46. Опишите процедуру построения паспорта прочности разрушенных горных пород. Какое количество тепла получит кубический образец горной породы со стороной 4 см нагретый на 20^0, если объемная теплоемкость породы 1,8 кДж/м^{3}К?

47. Как определяются деформационные характеристики разрушенных пород? Какое количество тепла проходит через стержень горной породы сечением 10х10 см за 5 минут при градиенте температур 3 град/м, если коэффициент теплопроводности породы составляет 5 Вт/м·К?

48. Укажите основные принципы и методы борьбы с горными ударами и выбросами. Определить контактную прочность горной породы, если при внедрении штампа диаметром 3 мм разрушающая нагрузка составила 8 кН.

49. Как изменяется состояние глинистых пород в зависимости от их влажности? Вычислить коэффициент хрупкости горной породы с модулем упругости 50 ГПа, если ее общая работа разрушения составила 20 кДж/м^3, а предел упругости – 30 МПа.

50. Опишите механизмы набухания и липкости (адгезии) глинистых пород. Целик горной породы высотой 2,5 м разрушился при напряжении 150 МПа и продольной деформации 8 мм. Вычислить модуль общей (полной) деформации горной породы.

51. Опишите процедуру построения паспорта прочности глинистых пород. Определить объемную теплоемкость горной породы, если на цилиндрическом образце диаметром 6 см, высотой 15 см и массой 1,2 кг определена удельная теплоемкость 700 Дж/кг·К.

52. Укажите существо компрессионных испытаний глинистых пород и деформационные характеристики глин. Определить удельный тепловой поток в горной породе, если перепад температур на 1 м составляет 5^0 и коэффициент теплопроводности – 1,5 Вт/м·К.

53. Как изменяются деформационные характеристики скальных и раздельнозернистых пород при замораживании? Построить график зависимости коэффициента Пуассона от отношения скоростей распространения в горной породе продольной волны в массиве и стержне ($C_м/C_{ст}$) в диапазоне от 1 до 3.

54. Как изменяется прочность влажных горных пород в области отрицательных температур? Определить скорость распространения в массиве пород поперечной волны, если скорость продольной волны составляет 5500 м/с и коэффициент Пуассона – 0,3.

55. Почему свойства массива отличаются от свойств слагающих его горных пород (в образце)? На сколько градусов следует нагреть горную породу для ее разрушения, если прочность ее составляет 25 МПа, модуль упругости – 40 ГПа и коэффициент теплового линейного расширения - $5\cdot10^{-5}$ 1/К?

56. Опишите процедуру построения паспорта прочности массива горных пород по результатам натурных испытаний. Продольная упругая волна в тон-

ком стержне длиной 25 см распространяется за $4 \cdot 10^{-5}$ с. Вычислить динамический модуль упругости горной породы, если ее плотность – 2,5 г/см^3.

57. Что называется масштабным эффектом? Чем он обусловлен в горных породах? Объемная масса горной породы 2,7 г/см^3, модуль упругости – 50ГПа, коэффициент Пуассона – 0,25. Вычислить скорость распространения продольной волны в массиве и стержне данной породы. На образцах какого размера могут быть получены эти данные, если частота упругих колебаний составляет 60 кГц?

58. Укажите общие принципы косвенных методов оценки свойств массива горных пород. Вычислить электрическую емкость 1 м^3 горной породы, если ее относительная диэлектрическая проницаемость составляет 4,5.

59. Как влияет горное давление и влажность на свойства горных пород? При нагружении горной породы до 80% ее прочности ($\sigma_{сж}$ = 150 МПа) относительная продольная деформация составила 0,005. Является ли данная порода потенциально удароопасной, если ее модуль упругости – 40 ГПа и предел упругости – 70 МПа? Проиллюстрировать вывод графиком деформации горной породы.

60. Как оценивается трещиноватость массива горных пород? Горная порода с модулем упругости 16 ГПа разрушилась при напряжении 50 МПа. Определить удельную работу разрушения породы, если ее коэффициент пластичности составляет 1,8.

При выполнении контрольной работы следует выбирать вариант, соответствующий последней цифре номера зачетной книжки.

Вариант	Номера контрольных вопросов и заданий					
0	1	3	10	23	47	50
1	2	17	35	37	49	55
2	16	19	34	36	40	51
3	4	15	20	32	33	48
4	5	21	38	39	52	56
5	6	14	22	27	31	58
6	7	13	25	41	46	57
7	8	12	26	29	42	53
8	9	11	18	28	43	45
9	24	30	44	54	59	60

При оформлении контрольной работы ответы следует располагать в порядке номеров, указанных в задании, переписывая полностью сам вопрос.

Рекомендуемая литература

1. Латышев О. Г., Казак О. О. Физика горных пород: Учебник. – Екатеринбург, Изд УГГУ, 2014. – 277 с.

2. Латышев О. Г., Анохина О. О., Азанов М.А. Физика горных пород. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам для студентов всех специальностей направления 130400 «Горное дело». – Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2010. – 60 с.

3. Латышев О. Г. Физика горных пород. Мультимедийные средства обучения: Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей направления 130400 «Горное дело». – Екатеринбург: УГГУ, 2010.

4. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород: Учебник. – М.: Кн. дом «ЛИБЕРКОМ», 2010. – 360 с.

5. Латышев О. Г. Разрушение горных пород. – М.: Теплотехник, 2007. – 672 с.

6. Бушманов Б. Н., Хромов Ю. А. Физика твердого тела. –М.: Высшая школа, 1971. –224с.

7. Баклашов И. В. Геомеханика: - Т.1. Основы геомеханики. –М.: Изд-во МГГУ, 2004. – 208 с.

8. Барон Л. И. Горнотехнологическое породоведение. Предмет и способы исследований. -М.: Наука, 1977. –324 с.

9. Панюков П. Н. Инженерная геология. – М.: Недра, 1978. – 296 с.

10. Ямщиков В. С. Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов. – М.: Недра, 1982. – 296 с.

Физика горных пород: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / О. Г. Латышев, О. О. Казак; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: 2014. – 40 с.

Авторы:

Латышев Олег Георгиевич,

Казак Ольга Олеговна

Корректура кафедры шахтного строительства

Подписано к печати

Формат бумаги 60х84 1/16

Печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ №

Цена С

Лаборатория множительной техники УГГГА

620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.26 БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ И ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Автор: Кочнева Л.В., старший преподаватель; Батанин Ф.К., старший преподаватель

Одобрены на заседании кафедры
Безопасности горного производства
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Елохин В. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 07.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

Оглавление

Методические указания по выполнению контрольной работы 3
1. Вопросы к контрольной работе. 4
2. Задание к контрольной работе 6

Методические указания по выполнению контрольной работы

В соответствии с учебным планом при изучении дисциплины «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело» каждый студент специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Горные машины и оборудование» выполняет контрольную работу.

Контрольная работа содержит ответы на теоретические вопросы (по 2 вопроса) и выполнение задания (1 задание).

Контрольная работа выполняется студентами в течение семестра и передается на проверку (рецензирование) преподавателем. Успешное выполнение контрольной работы является обязательным условием допуска студента к сдаче экзамена по дисциплине.

Вариант контрольной работы выбирается по списку.

К контрольной работе предъявляются следующие требования:

1) работа должна быть полностью выполнена и аккуратно оформлена;
2) текст работы может быть рукописным или машинописным;
3) все страницы должны быть пронумерованы и на каждой оставлены поля (25-30 мм) для замечаний рецензента;
4) необходимые схемы и чертежи должны выполняться с использованием чертежных принадлежностей;
5) на первой странице необходимо указать вариант контрольной работы и его содержание, в конце работы приводится список использованной литературы, составленный в соответствии с библиографическими требованиями;
6) выполненная работа в конце обязательно подписывается студентом с указанием даты ее выполнения;
7) работа, оформленная с нарушением перечисленных требований, к рассмотрению не принимается.

Сроки выполнения контрольной работы фиксируются учебным графиком. Выполненная работа рецензируется и оценивается преподавателем («зачтено» или « не зачтено»),

В случае отрицательной рецензии студент должен исправить все ошибки и дать исчерпывающие ответы. Стирать или зачеркивать замечания не разрешается. Исправленная работа направляется на повторное рецензирование. Исправления отдельно от работы не рассматриваются.

1. Вопросы к контрольной работе

№ варианта	Теоретические вопросы
1.	1. Аппараты для защиты органов дыхания и приборы для ее проверки ВГСЧ 2. Ведение горноспасательных работ в условиях высоких и отрицательных температур
2.	1. Средства первой и медицинской помощи и приборы их проверки 2. Состав и структура ВГСЧ
3.	1. Транспортные средства ВГСЧ 2. План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварии
4.	1. Основные задачи, численность, состав, структура, комплектование ВГК 2. Приборы для контроля параметров рудничной атмосферы ВГСЧ
5.	1. Принципы расчета допустимого времени на движение или пребывания на месте отделений 2. Организация подземной базы и связи при ведении горноспасательных работ.
6.	1. Принципы расчета расхода рабочего запаса кислорода 2. Особенности ведения связи с использованием условных звуковых сигналов
7.	1. Средства связи и навигации ВГСЧ 2. Выезд подразделений ВГСЧ для проведения горноспасательных работ. Диспозиция выездов подразделений ВГСЧ.
8.	1. Диспозиция выездов подразделений ВГСЧ. Путевка на выезд подразделения. Организация командного пункта. 2. Ликвидация последствий горного удара, обрушения горных пород
9.	1. Назначение ВГСЧ. Принципы деятельности, задачи и функции ВГСЧ. 2. Требования промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий
10.	1. Тушение пожаров в горных выработках. Способы тушения. 2. В каких случаях горноспасательные работы приостанавливаются, а работы по поиску и спасению людей не проводятся или прекращаются?
11.	1. Проветривание горных выработок при локализации и ликвидации последствий аварий 2. Декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта
12.	1. Горноспасательные работы в выработках с непригодной для дыхания атмосферой. 2. Организация руководства работами по локализации и ликвидации аварии и горноспасательными работами
13.	1. Разведка горных выработок. 2. Средства и установки для тушения пожаров ВГСЧ
14.	1. Средства защиты и противотепловой защиты 2. Задачи ВГСЧ
15.	1. Расчет взрывоопасности рудничной атмосферы

	2. Классификация опасных производственных объектов
16.	1. Виды аварий на горных предприятиях и причины их возникновения. 2. Требования правил безопасности к противопожарной защите шахт.
17.	1. Требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта 2. Распорядок дня в подразделениях ВГСЧ.
18.	1. Ликвидация последствий прорыва воды, заиловки, горной массы 2. Прием на службу в ВГСЧ. Режим несения службы.
19.	1. Общие обязанности работников, занятых на горных работах 2. Комплектование ВГСЧ. Состав ВГСЧ, служебные группы.
20.	1. Требования Правил безопасности к обеспечению шахт связью и аккумуляторными светильниками 2. Порядок проведения аттестации спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя

2. Задание к контрольной работе

Вариант 1

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 3,9; O_2 – 11,5; CO – 5,4; H_2 – 1,0; CH_4 – 7,2.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

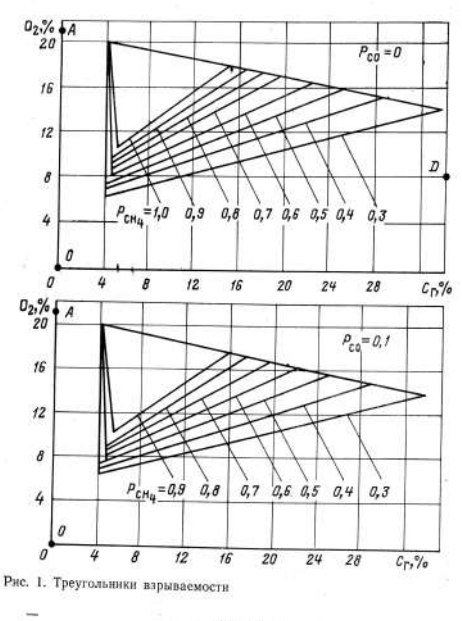


Рис. 1. Треугольники взрываемости

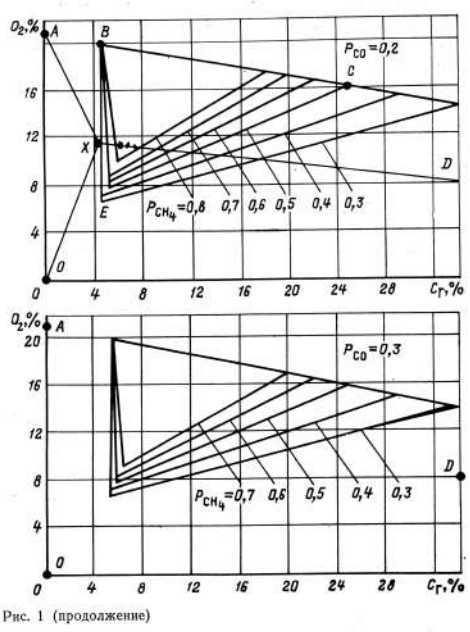


Рис. 1 (продолжение)

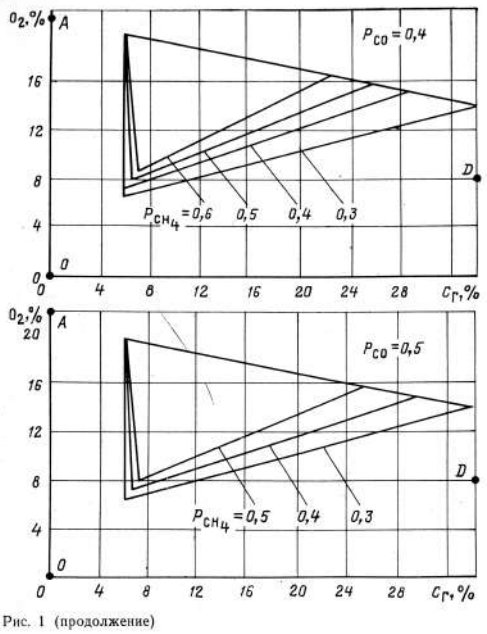


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 2

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,6; O_2 – 18,1; CO – 0,7; H_2 – 2,0; CH_4 – 5,3.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

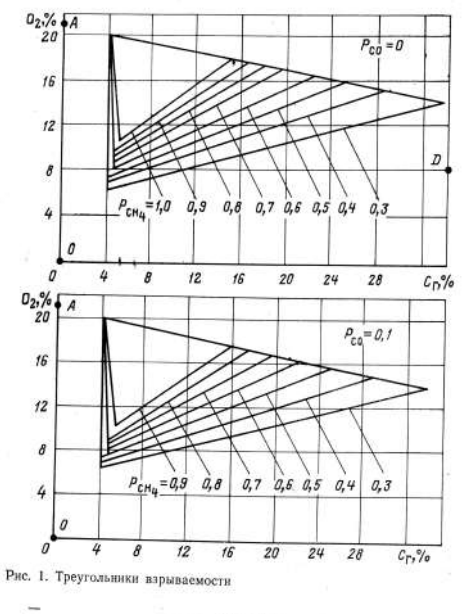


Рис. 1. Треугольники взрываемости

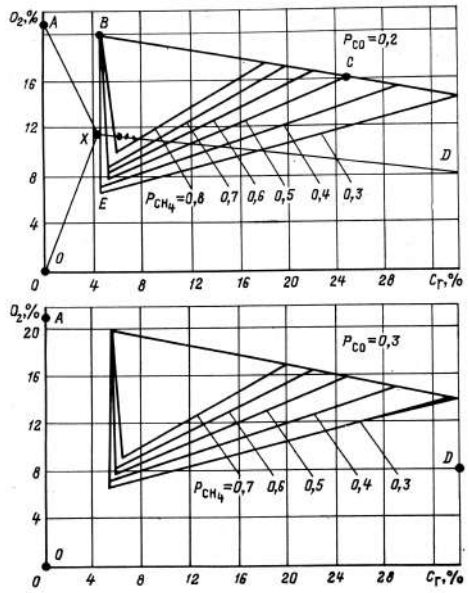


Рис. 1 (продолжение)

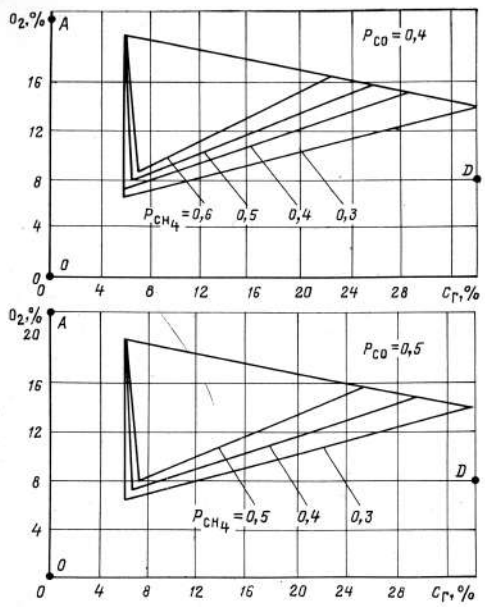


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 3

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 1,2; O_2 – 13,0; CO – 0,6; H_2 – 1,1; CH_4 – 3,5.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

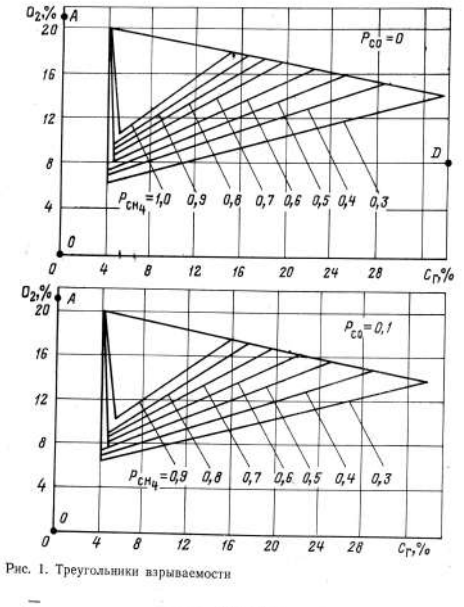


Рис. 1. Треугольники взрываемости

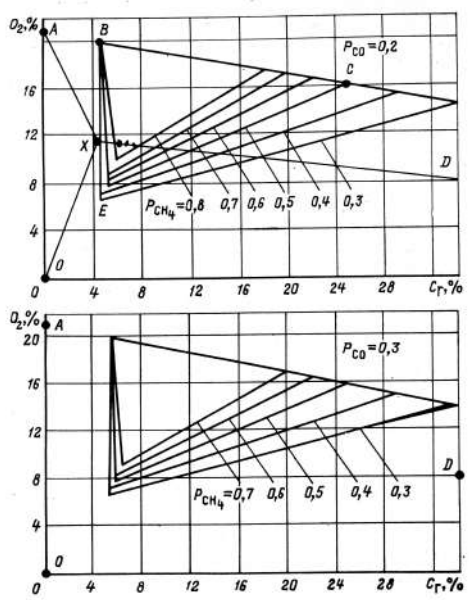


Рис. 1 (продолжение)

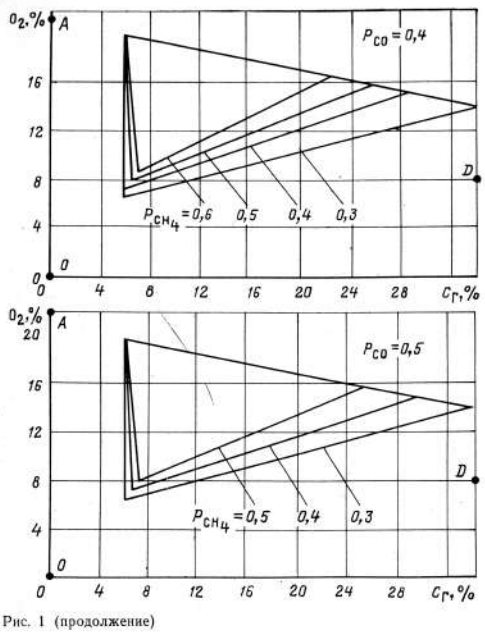


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 4

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,8; O_2 – 8,0; CO – 0,1; H_2 – 4,9; CH_4 – 2,1.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

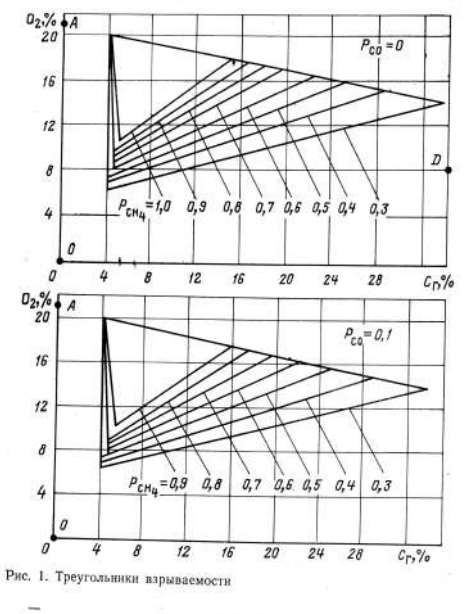


Рис. 1. Треугольники взрываемости

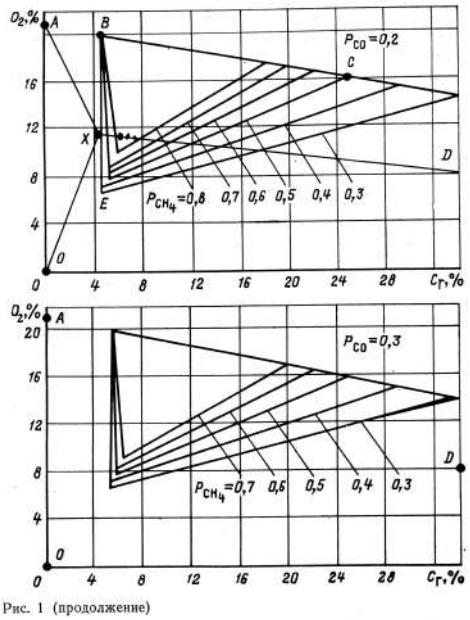


Рис. 1 (продолжение)

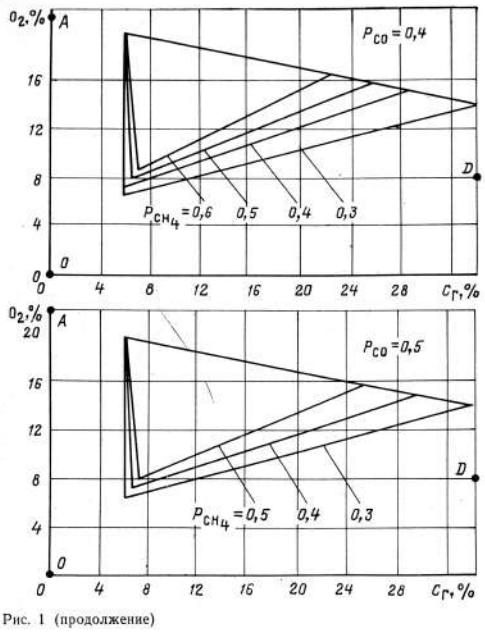


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 5

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 1,7; O_2 – 18,0; CO – 0,2; H_2 – 0,8; CH_4 – 7,1.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

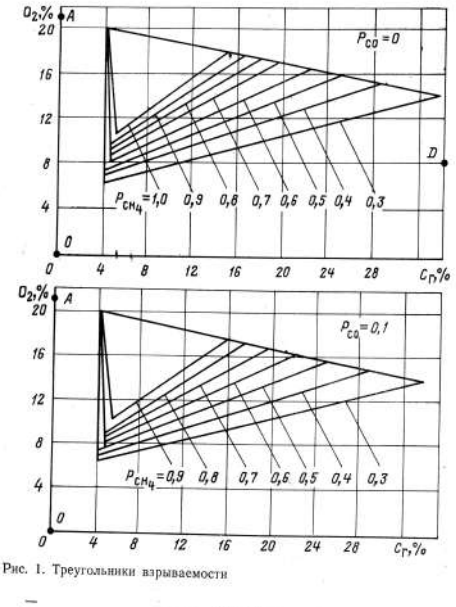


Рис. 1. Треугольники взрываемости

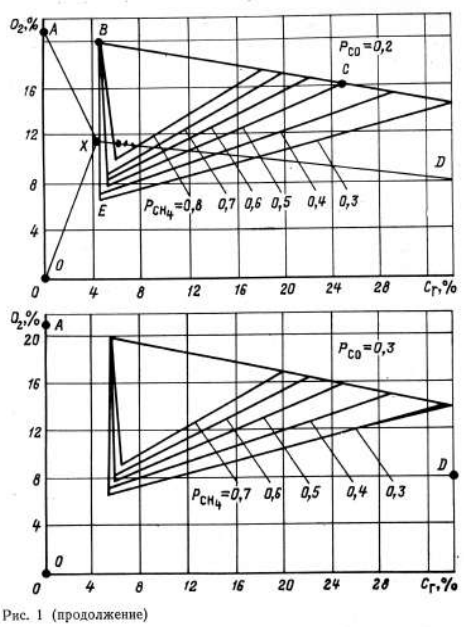


Рис. 1 (продолжение)

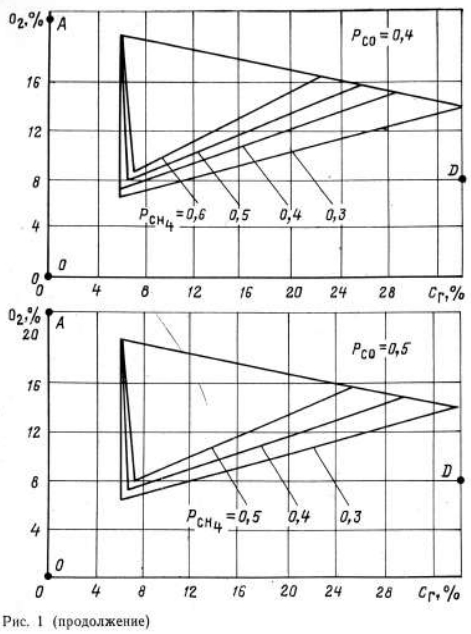


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 6

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,9; O_2 – 16,0; CO – 0,1; H_2 – 0,5; CH_4 – 11,0.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

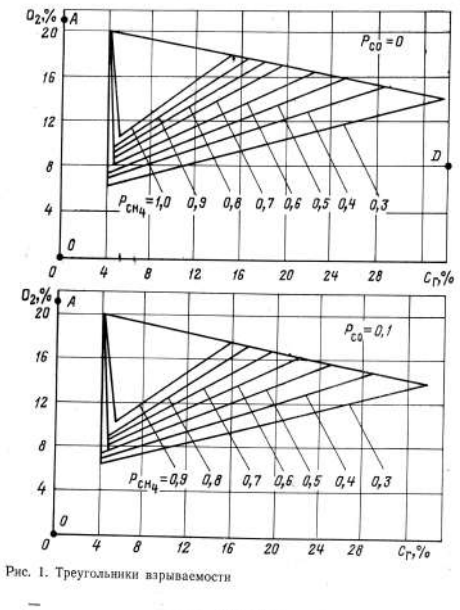


Рис. 1. Треугольники взрываемости

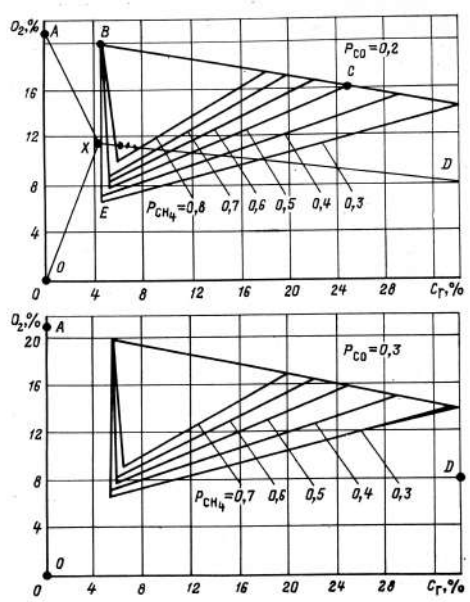


Рис. 1 (продолжение)

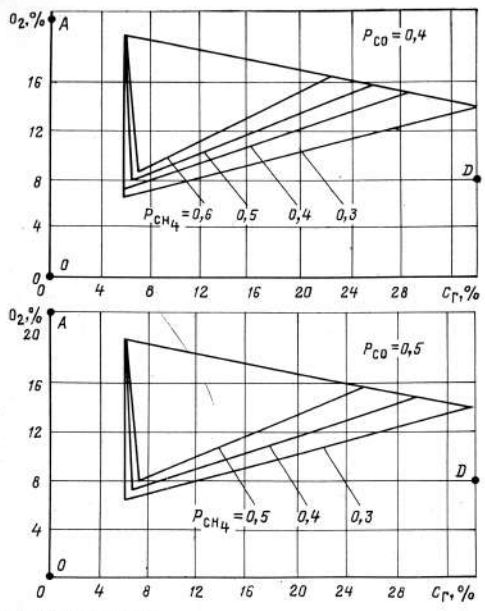


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 7

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,8; O_2 – 15,0; CO – 2,0; H_2 – 2,0; CH_4 – 6,0.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

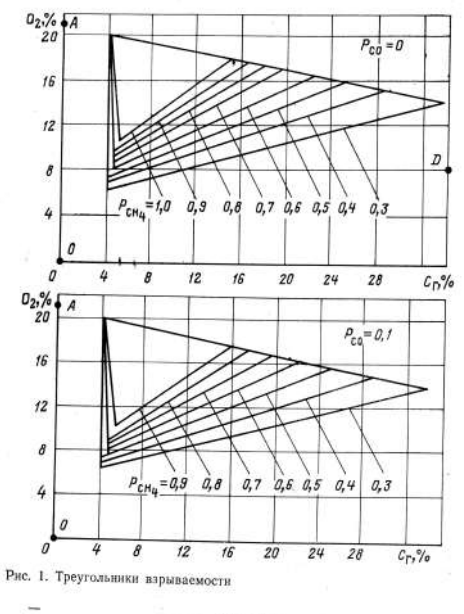


Рис. 1. Треугольники взрываемости

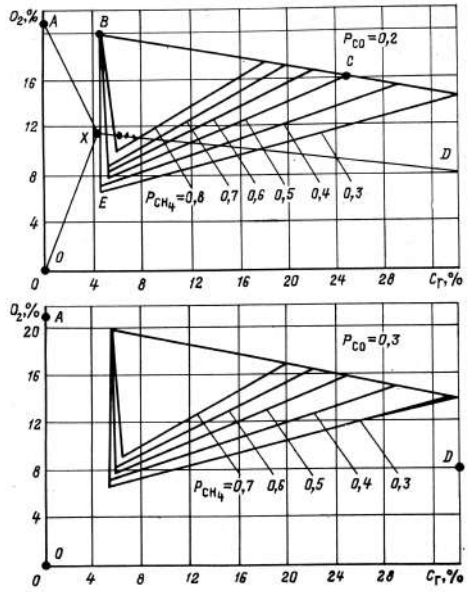


Рис. 1 (продолжение)

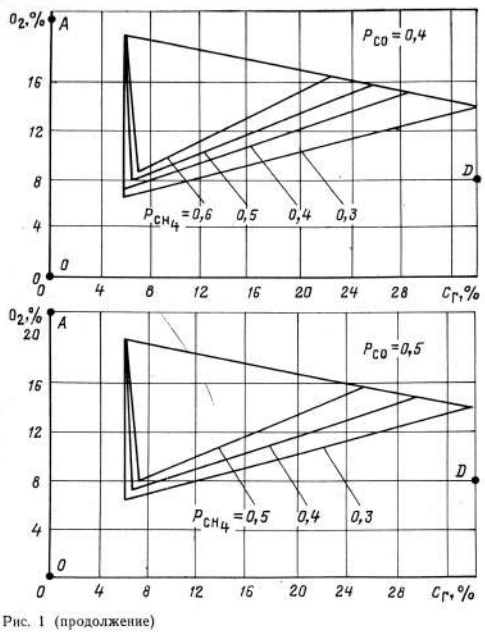


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 8

1.Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 1,2; O_2 – 18,5; CO – 1,2; H_2 – 3,1; CH_4 – 5,2.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

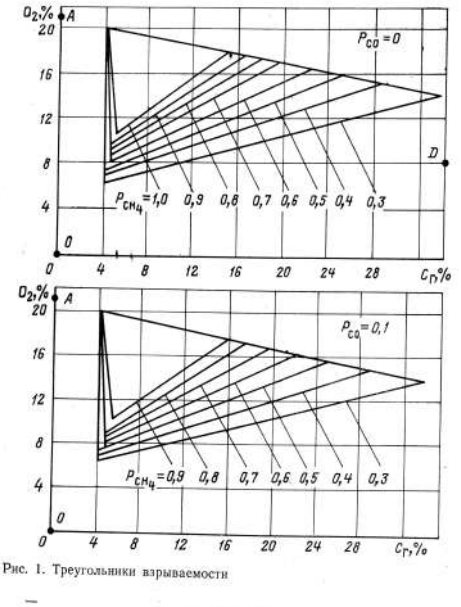


Рис. 1. Треугольники взрываемости

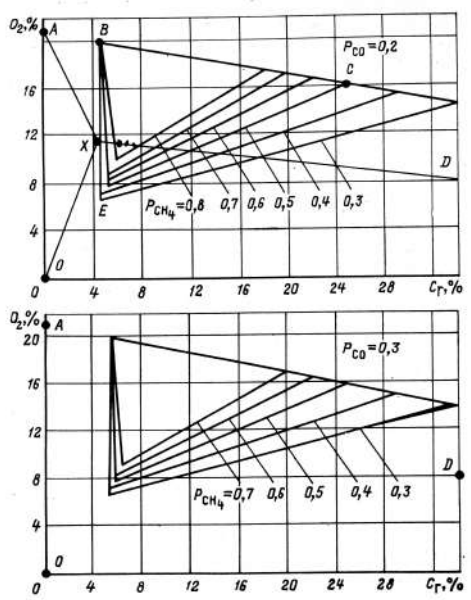


Рис. 1 (продолжение)

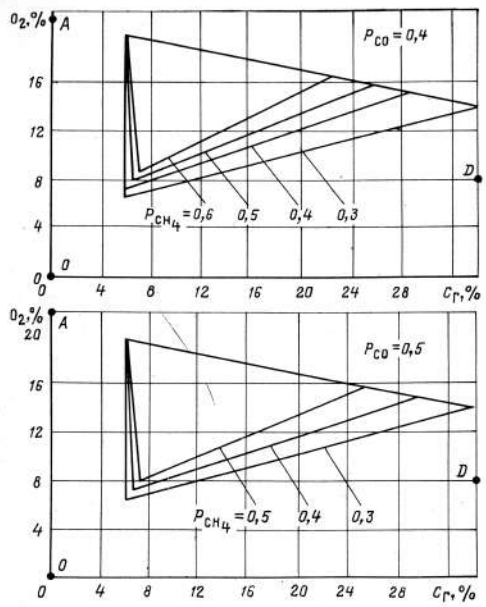


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 9

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,8; O_2 – 8,0; CO – 4,1; H_2 – 0,1; CH_4 – 4,5.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

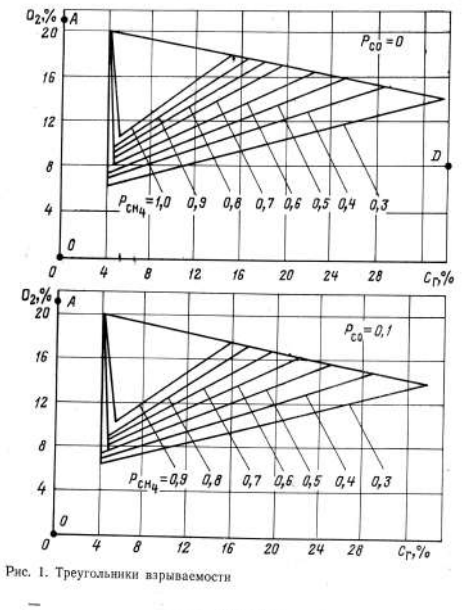


Рис. 1. Треугольники взрываемости

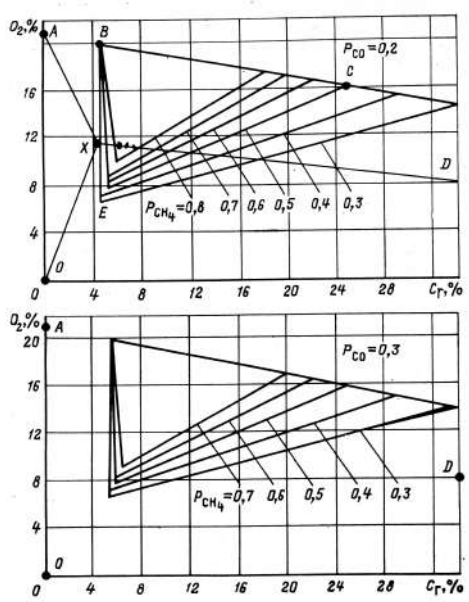


Рис. 1 (продолжение)

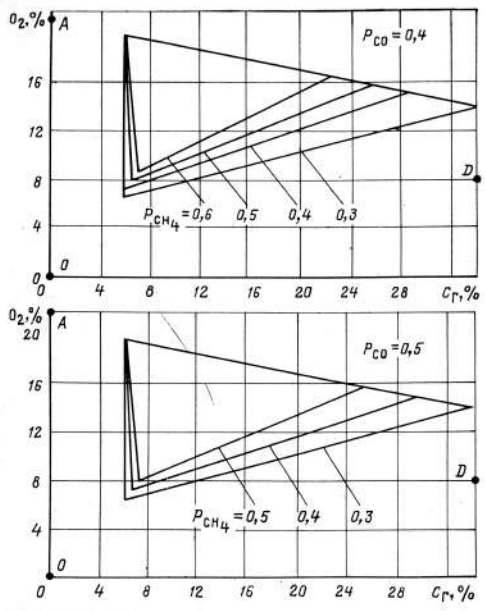


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 10

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 1,7; O_2 – 12,0; CO – 0,1; H_2 – 1,1; CH_4 – 6,9.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

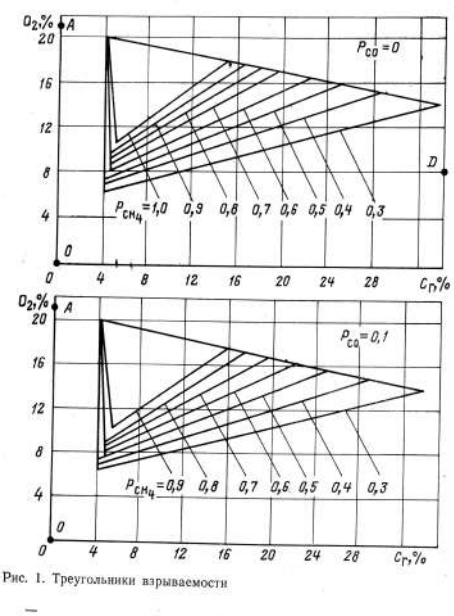


Рис. 1. Треугольники взрываемости

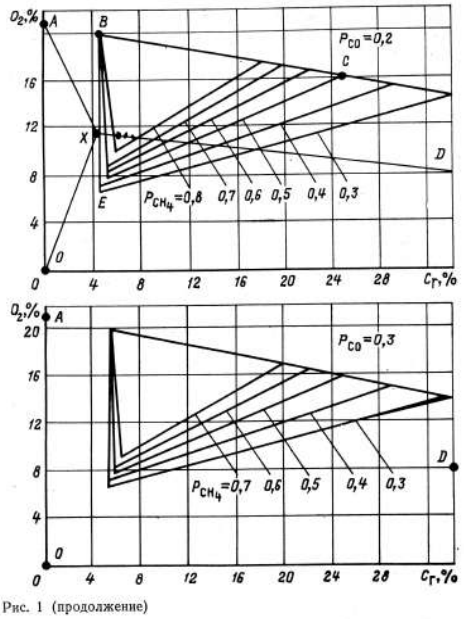


Рис. 1 (продолжение)

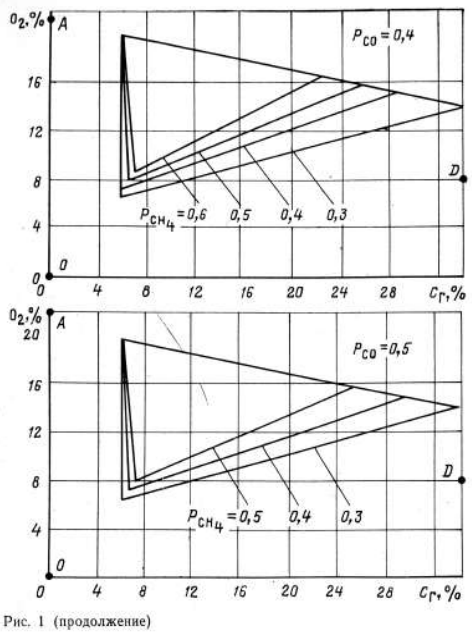


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 11

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 4,2; O_2 – 10,5; CO – 5,5; H_2 – 1,2; CH_4 – 8,2.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

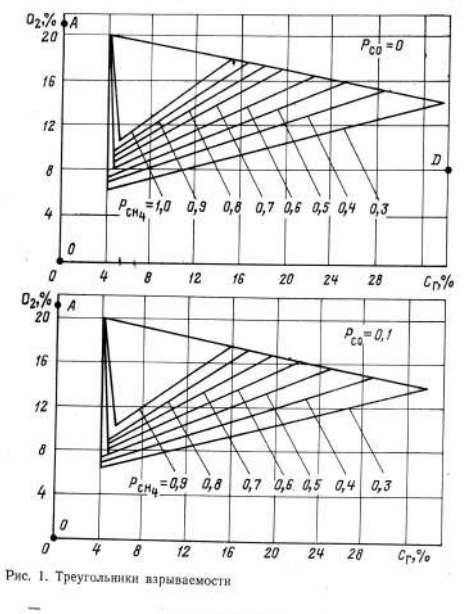


Рис. 1. Треугольники взрываемости

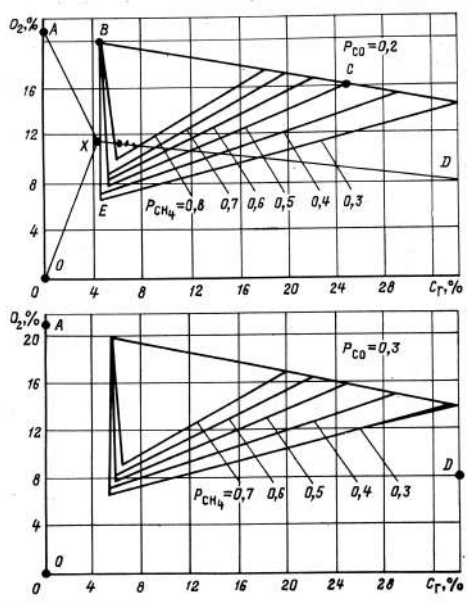


Рис. 1 (продолжение)

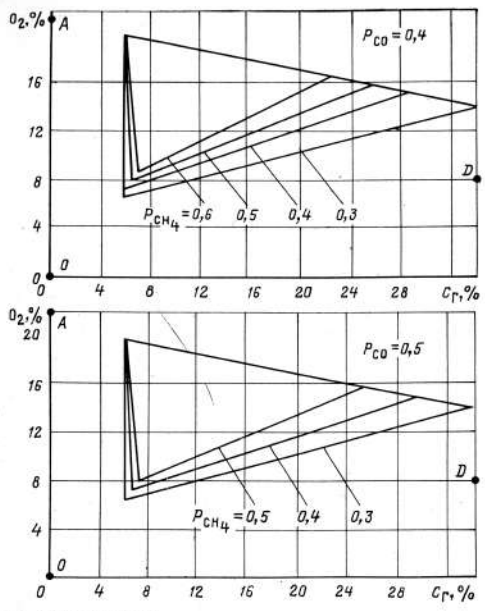


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 12

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,7; O_2 – 16,5; CO – 1,7; H_2 – 2,1; CH_4 – 5,7.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

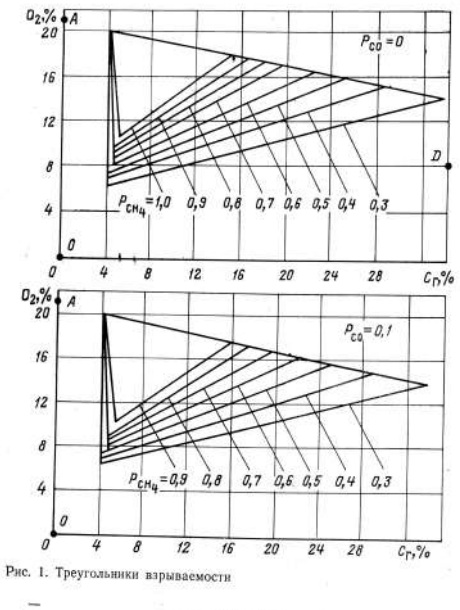


Рис. 1. Треугольники взрываемости

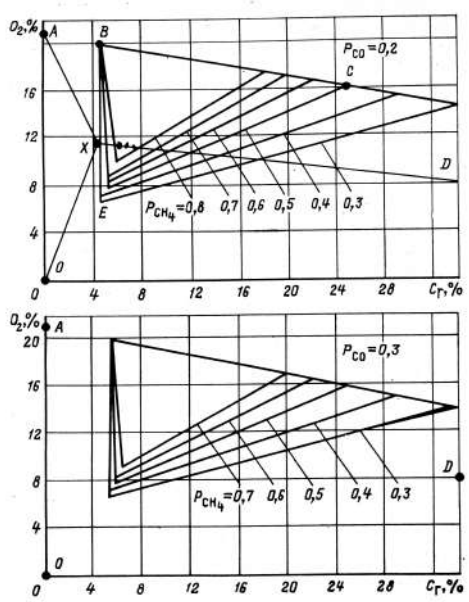


Рис. 1 (продолжение)

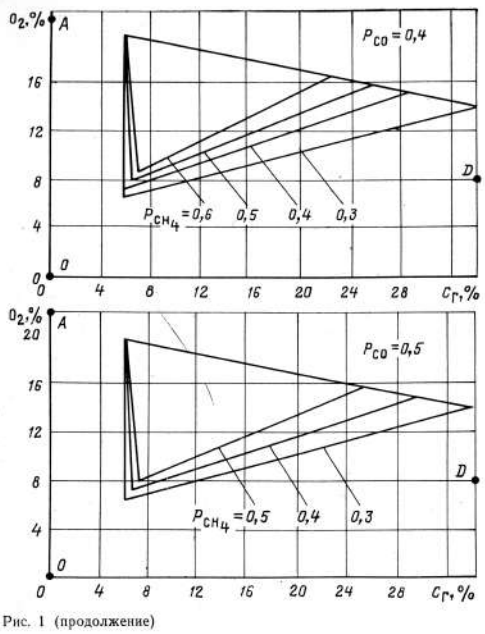


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 13

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,3; O_2 – 13,7; CO – 1,6; H_2 – 1,5; CH_4 – 3,8.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

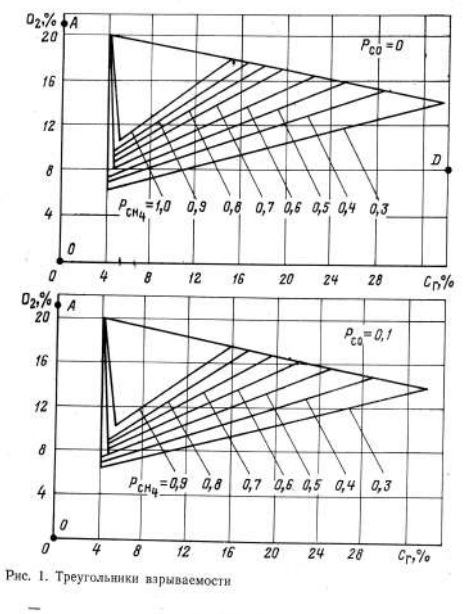


Рис. 1. Треугольники взрываемости

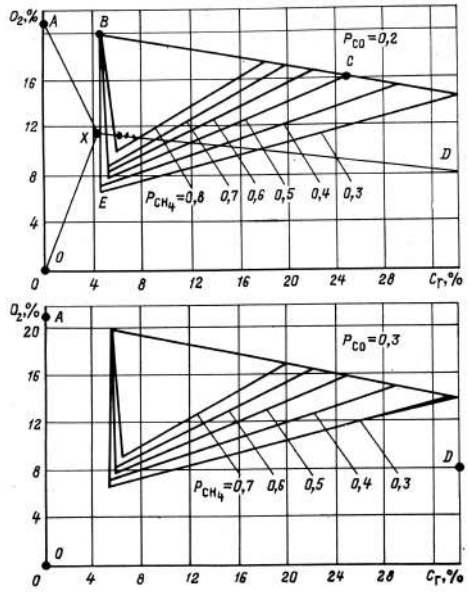


Рис. 1 (продолжение)

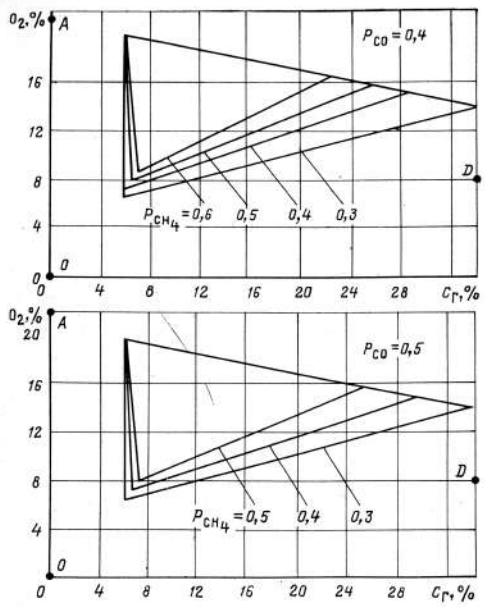


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 14

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 5,8; O_2 – 9,0; CO – 0,5; H_2 – 4,7; CH_4 – 2,3.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

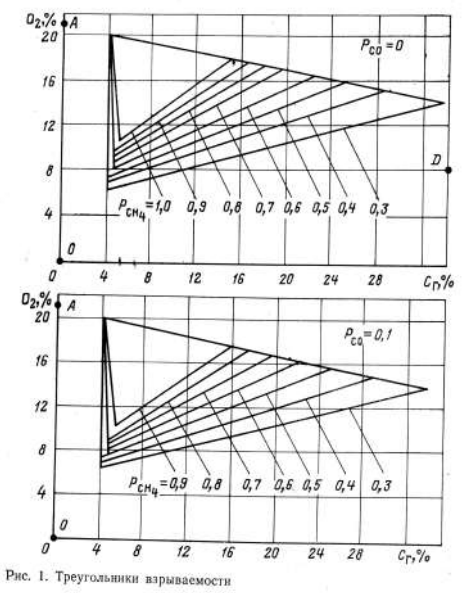


Рис. 1. Треугольники взрываемости

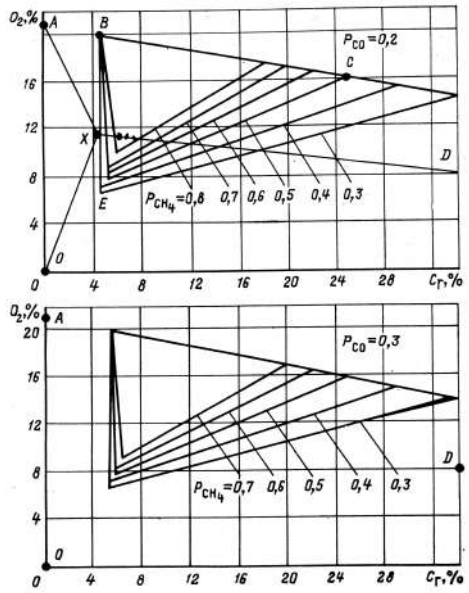


Рис. 1 (продолжение)

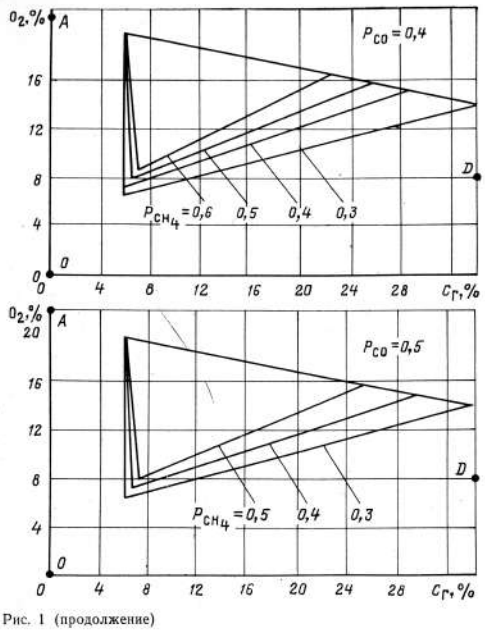


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 15

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 1,8; O_2 – 17,6; CO – 0,5; H_2 – 0,9; CH_4 – 7,4.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

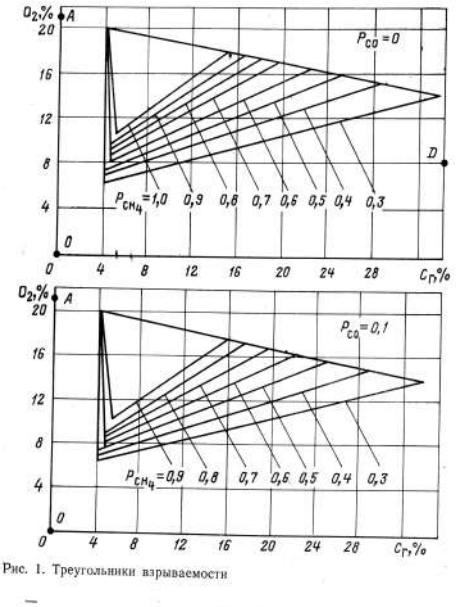


Рис. 1. Треугольники взрываемости

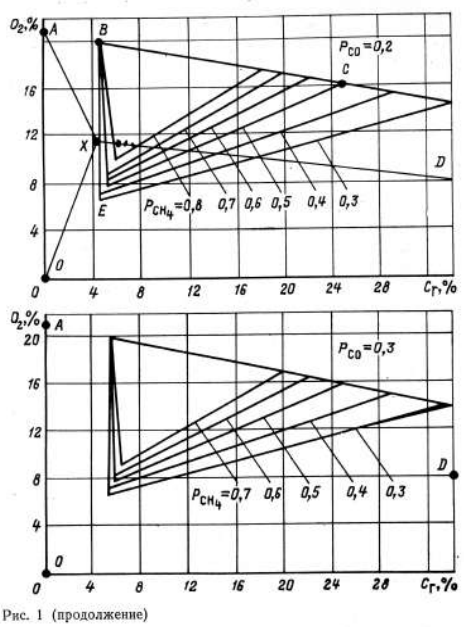


Рис. 1 (продолжение)

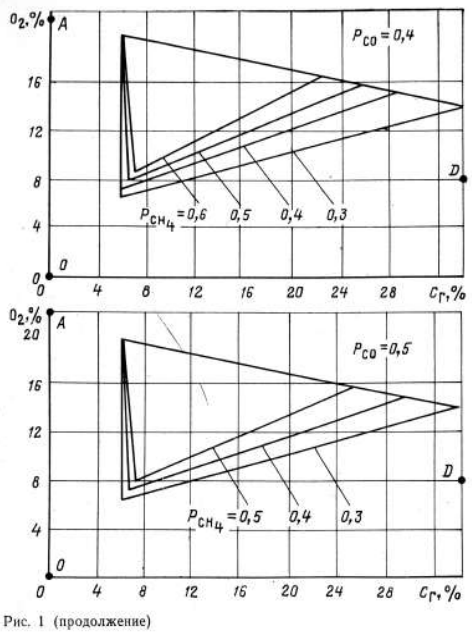


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 16

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 3,2; O_2 – 17,0; CO – 0,5; H_2 – 0,9; CH_4 – 10,0.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

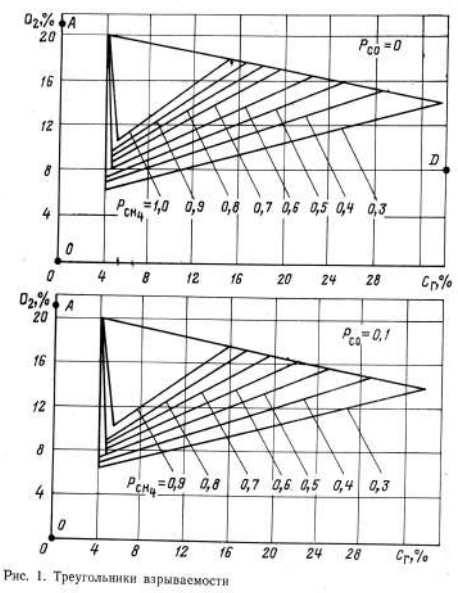


Рис. 1. Треугольники взрываемости

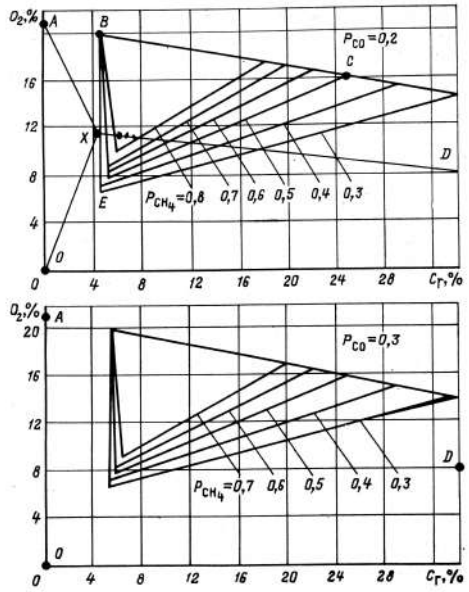


Рис. 1 (продолжение)

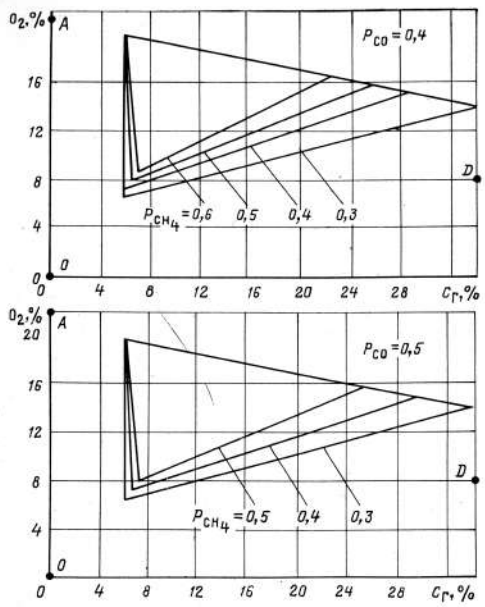


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 17

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 3,0; O_2 – 18,0; CO – 5,0; H_2 – 3,0; CH_4 – 6,2.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

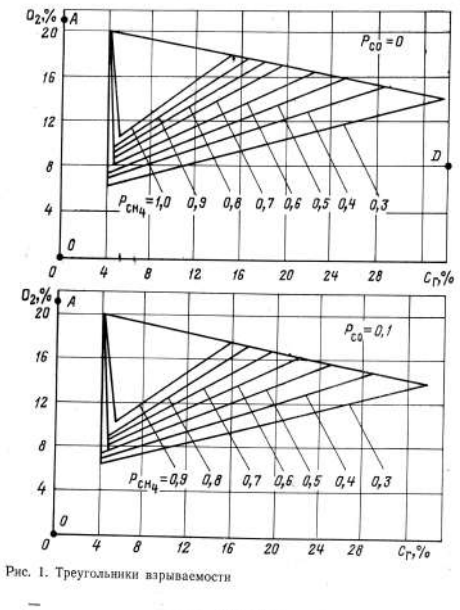


Рис. 1. Треугольники взрываемости

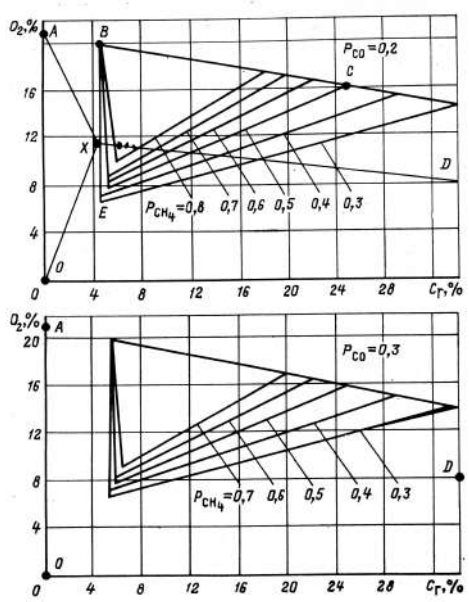


Рис. 1 (продолжение)

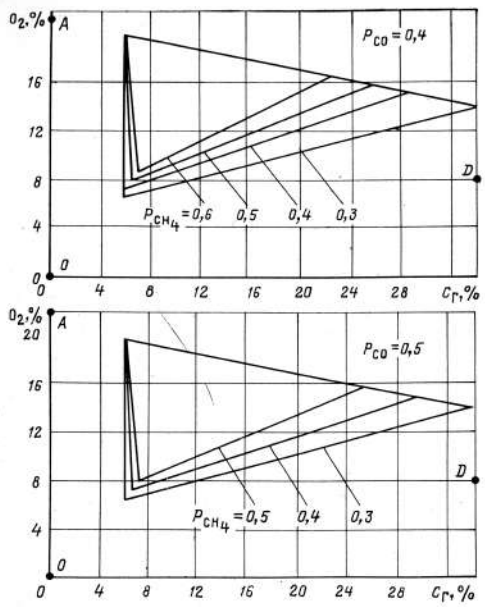


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 18

1.Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 3,0; O_2 – 18,0; CO – 1,0; H_2 – 3,0; CH_4 – 5,5.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

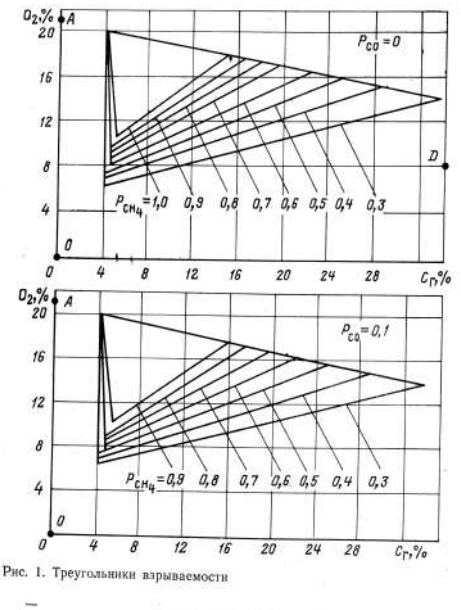


Рис. 1. Треугольники взрываемости

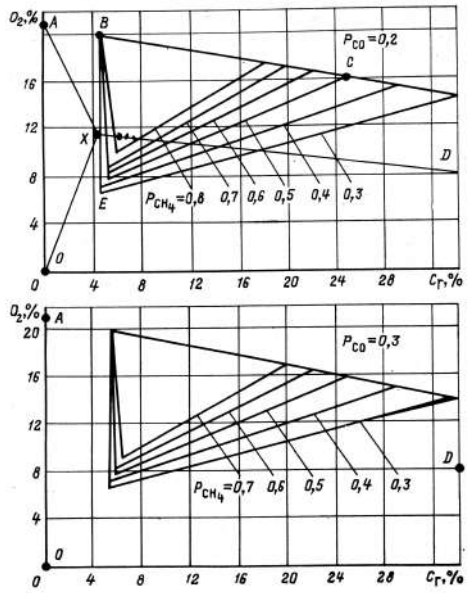


Рис. 1 (продолжение)

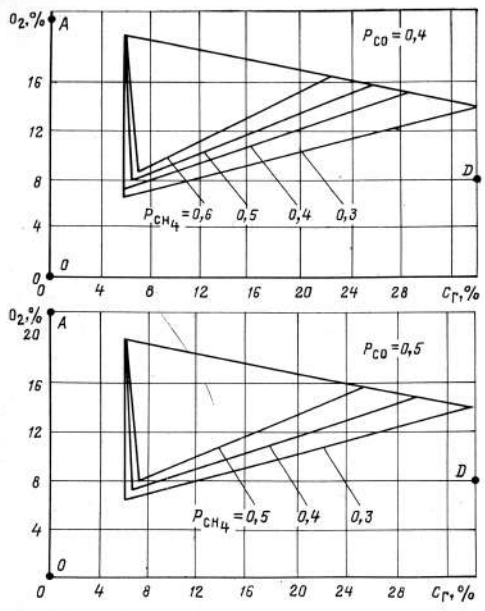


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 19

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 3,5; O_2 – 9,5; CO – 4,5; H_2 – 1,5; CH_4 – 5,5.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

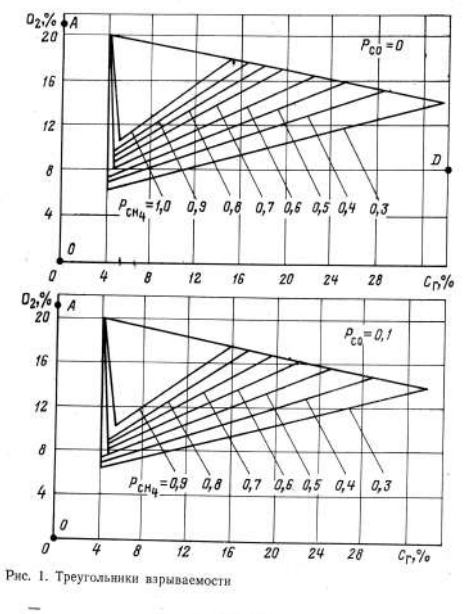


Рис. 1. Треугольники взрываемости

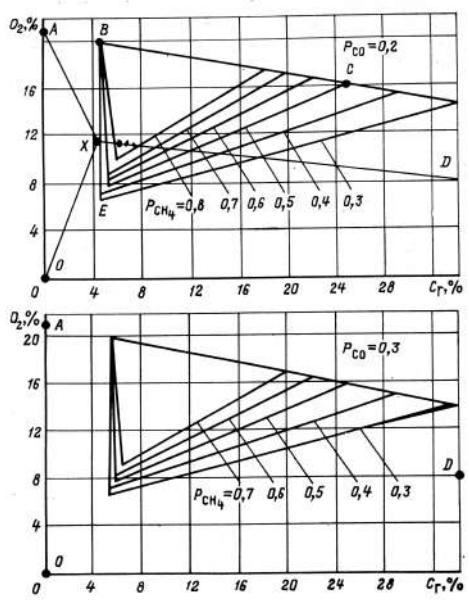


Рис. 1 (продолжение)

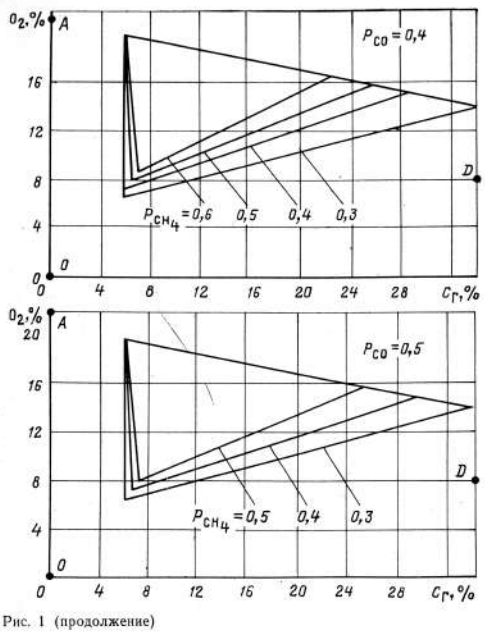


Рис. 1 (продолжение)

Вариант 20

Определить взрываемость газовой смеси пожарного участка, в котором содержится по объёму, %:

CO_2 – 2,5; O_2 – 12,5; CO – 0,5; H_2 – 1,5; CH_4 – 6,5.

Дать рекомендации по предотвращению взрыва в ходе ведения горноспасательных работ.

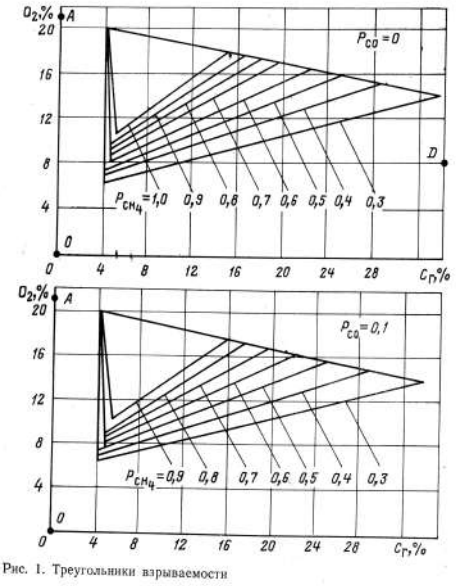


Рис. 1. Треугольники взрываемости

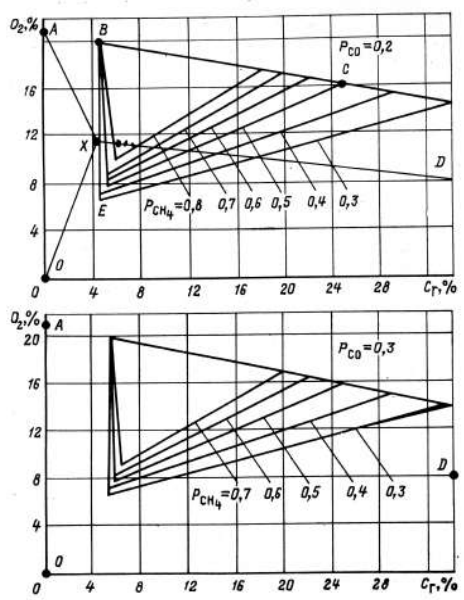


Рис. 1 (продолжение)

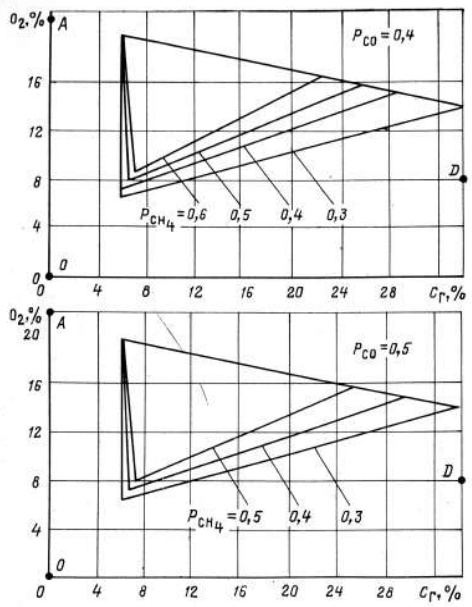


Рис. 1 (продолжение)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.26 БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ И ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Автор: Кочнева Л.В., старший преподаватель, Батанин Ф.К., старший преподаватель

Одобрены на заседании кафедры
Безопасности горного производства
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Елохин В. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 07.09.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
Горно-механического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации для обучающихся по освоению учебной дисциплины

В процессе изучения учебной дисциплины следует:

1. Ознакомиться с рабочей учебной программой дисциплины. Рабочая учебная программа содержит перечень тем, которые необходимо изучить, планы лекционных и практических занятий, содержание дисциплины с указанием объема лекционных занятий, практических занятий и самостоятельной работы, перечень основной, дополнительной литературы и ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет».

2. Ознакомиться с календарно-тематическим планом самостоятельной работы обучающихся.

3. Посещать теоретические (лекционные) и практические занятия.

4. При подготовке к практическим занятиям, а также при выполнении самостоятельной работы следует использовать методические указания для обучающихся.

При подготовке к практическим занятиям требуется:

- изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, электронные ресурсы;
- ответить на вопросы тестов.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, срокам сдачи заданий, порядке проведения экзамена. Информацию о графике выполнения самостоятельных работ и критериях оценки учебной работы студента преподаватель сообщает на первой лекции курса.

Для организации и контроля учебной работы студентов используется проверка выполнения тестовых заданий. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента по данной учебной дисциплине. Объемы и виды трудозатрат по всем отдельным видам представлены в программе. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы студентов, предусмотренному учебными планами по дисциплине в текущем семестре.

Перечни аудиторных и внеаудиторных занятий и заданий (тестов), вносимых в графики СРС, определяются в соответствии с программой учебной дисциплины.

Работа с книгой

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений, способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки и ос-

новные понятия, новые незнакомые термины, названия, определения и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением необходимых упражнений и решением задач. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Этой же цели служат вопросы для самопроверки и тренировочные тесты, позволяющие контролировать степень успешности изучения учебного материала.

Консультации

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ КУРСА

При самостоятельном изучении теоретического курса студентам необходимо:

самостоятельно освоить и проработать темы теоретического курса в соответствии с учебной программой дисциплины, основательно подготовить ответы на вопросы тестов по темам программы.

Самостоятельно изучаемые вопросы курса в последующем включаются в экзаменационные билеты.

ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИЛА ЛЕКЦИЙ

Для приобретения прочных знаний и выработки навыков самостоятельной работы по учебной дисциплине «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело» необходимо повторить материал лекционных занятий, а также прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную для самостоятельного изучения по данной дисциплине. Работа с материалом должна носить системный характер.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для успешной подготовки к практическим занятиям студенту невозможно ограничиться слушанием лекций. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Студенты должны предварительно поработать над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к экзамену по дисциплине «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело» обучающемуся рекомендуется:

Повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело»

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса.

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ И ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза.

2. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя. [Электронный ресурс]: федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

3.Об утверждении Положения о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы, и Правил расчета стоимости обслуживания объектов ведения горных работ-профессиональными аварийно-спасательными службами, профессиональными аварийно-спасательными формированиями, выполняющими горноспасательные работы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 27.04.2018 № 517. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

4. Об утверждении Положения о ВГСЧ [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 28.01.2012 № 45 (с изм. и доп.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

5. Положение о проведении аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 22.12.2011г. № 1091. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

6. Положение о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 26.08.2013г. № 730. Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

7. «Методические рекомендации о порядке составления планов ликвидации аварий при ведении работ в подземных условиях» [Электронный ресурс]:. РД 15-11-2007: приказ Ростехнадзора от 24.05.2007 № 364. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

8. Об утверждении табеля технического оснащения ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 13.12.2012. № 766. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

9. Руководство по организации технического обслуживания горноспасательного оснащения ФГУП «ВГСЧ» [Электронный ресурс]:: приказ ФГУП «ВГСЧ» МЧС России от 27.05.2014г. № 375. – Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

10. Нормативы организации ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 29.11.2012г. № 707. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

11. Положение о прохождении службы в ВГСЧ [Электронный ресурс]: Приказ МЧС от 18.03.2013г. № 180. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

12. Устав внутренней службы военизированных горноспасательных частей [Электронный ресурс]: Приказ МЧС от 31.10.2018г. № 484. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

13. Порядок создания ВГК [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 22.11.2013г. № 765 (с доп. и изм.). - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

14. Положение об условиях оплаты труда, предоставления гарантий и компенсаций работникам ВГСЧ [Электронный ресурс]: приказ МЧС от 03.11.2015г № 581. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

15. Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ[Электронный ресурс]:. приказ МЧС России от 09.06.2017 № 251. - Режим доступа: ИПС «КонсультантПлюс», в локальной сети вуза

16. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» [Электронный ресурс]: приказ Ростехнадзора от 11.12.2013 № 599. – Режим доступа: ИПС«КонсультантПлюс», в локальной сети вуза.

17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных

объектах, на которых ведутся горные работы» [Электронный ресурс]: приказ Ростехнадзора от 31.10.2016 г. № 449. - Режим доступа: ИПС «Гарант», в локальной сети вуза.

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



А. Г. Петрушин, М. А. Азанов, Д. В. Прищепа

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, выполнению контрольных и практических работ по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией горно-технологического факультета

«19» апреля 2019 г.

Председатель комиссии


ст.преп. Н. В. Колчина

А. Г. Петрушин, М. А. Азанов, Д. В. Прищепа

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, выполнению контрольных и практических работ по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Рецензенты: Лель Ю. И., зав. кафедрой РМОС УГГУ, профессор,
д-р техн. наук.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, выполнению контрольных и практических работ по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / А. Г. Петрушин, М. А. Азанов, Д. В. Прищепа; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 65 с.

Материал пособия охватывает все раздела дисциплины в соответствии с учебником [1].

Пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов, выполнению контрольных и практических заданий всех специализаций специальности 21.05.04 «Горное дело» по курсу «Технология и безопасность взрывных работ».

© Уральский государственный
горный университет, 2019
© Петрушин А.Г., Азанов М.А.,
© Прищепа Д. В.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 5
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 6
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 7
3. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ 19
Практико-ориентированное задание №1 19
Практико-ориентированное задание №2 23
Практико-ориентированное задание №3 26
Практико-ориентированное задание №4 30
Практико-ориентированное задание №5 32

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. В соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования объем учебной нагрузки студента составляет 144 часов или 4 зачетных единиц.

По курсу «Технология и безопасность взрывных работ» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях – *освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую учебную программу дисциплины; подготовка, оформление, защита практико-ориентированных заданий; подготовка и защита контрольной работы*. Дополнительная самостоятельная работа связана с углубленным изучением отдельных разделов курса на основе научно-исследовательской работы студента (НИРС).

Данное учебно-методическое пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов – освоения отдельных тем дисциплины.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В следующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Технология и безопасность взрывных работ». Она содержит названия 30 основных тем с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Причем в экзаменационный билет может включаться один из вопросов по такой теме. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1].

При освоении указанных ниже тем *рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента:*

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебнику [1] освойте каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Тема 1. Краткая история развития взрывных работ.

Значение взрывных работ в горнодобывающей промышленности и в строительстве. История развития взрывных работ.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте основные вехи развития взрывных работ.
2. Опишите первую технологию ведения взрывных работ в горном деле.
3. Назовите первое нитроглицериновое взрывчатое вещество.
4. Опишите историю развития средств инициирования.

Тема 2. Современные виды взрывных работ.

Современные виды взрывных работ в промышленности. Основные виды взрывных работ. Специальные виды взрывных работ.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Назовите современные виды взрывных работ.
2. Назовите современные виды специальных взрывных работ.

Тема 2. Способы бурения шпуров и скважин.

Классификация способов бурения шпуров и скважин. Механическое бурение и его виды. Термическое бурение и его виды. Специальные виды бурения шпуров и скважин.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию способов бурения шпуров и скважин.
2. Опишите суть механических видов бурения шпуров и скважин.
3. Опишите суть термических видов бурения шпуров и скважин.
4. Опишите суть специальных видов бурения шпуров и скважин.
5. Укажите рациональные области применения механических, термических и специальных видов бурения шпуров и скважин.

Тема 3. Ударно-поворотный способ бурения.

Механизм разрушения горных пород при ударно-поворотном бурении. Механизмы скола и выкола. Зависимость скорости ударно-поворотного бурения от осевого усилия, частоты вращения. Оборудование.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Укажите рациональную область применения ударно-поворотного бурения.
2. Охарактеризуйте механизмы скола и выкола.
3. Опишите механизм разрушения горных пород при ударном внедрении инструмента.
4. Укажите бурильные машины ударно-поворотного бурения.
5. Отметьте факторы, которые повышают энергоемкость ударного бурения по сравнению с другими способами.
6. Укажите последовательность процессов, происходящих при разрушении породы при ударном бурении.

Тема 4. Вращательный способ бурения.

Технические средства вращательного бурения. Работа ядра уплотнения при резании пород. Зависимость объема разрушения от толщины стружки. Режимы самозаточки и затупления режущей грани сверла. Оборудование.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Назовите преимущества вращательного бурения.
2. Укажите бурильные машины вращательного бурения.
3. Охарактеризуйте основные механизмы износа и затупления бурового инструмента при вращательном бурении.
4. Опишите механизм разрушения горных пород при вращательном бурении.

Тема 5. Ударно-вращательный и вращательно-ударный способ бурения.

Технические средства бурения. Совместное действие механизмов удара и резания. Зависимость энергоемкости бурения от усилий полдачи на инструмент.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Укажите область применения вращательно-ударного бурения.
2. Укажите область применения ударно-вращательного бурения.
3. Назовите преимущества вращательно-ударного бурения.
4. Охарактеризуйте зависимость энергоемкости бурения от усилия подачи.
5. Назовите машины и механизмы, реализующие ударно-вращательный способ бурения.
6. Назовите машины и механизмы, реализующие вращательно-ударный способ бурения.

Тема 6. Шарошечное бурение.

Технические средства бурения. Механизм шарошечного бурения. Режимы бурения в зависимости от осевого усилия. Контактная прочность пород как критерий буримости.

Литература: [1, 5]

Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности шарошечного бурения.
2. Опишите зависимость скорости бурения от величины осевого усилия.
3. Назовите машины и механизмы, реализующие шарошечное бурение.
4. Укажите область применения шарошечного бурения.

Тема 7. Основы теории взрыва и взрывчатых веществ.

Виды взрыва: механический, тепловой, электрический, ядерный, химический. Необходимые условия химического взрыва. Взрывчатое вещество. Классификация взрывчатых систем по физическому состоянию.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию взрыв.
2. Приведите пример механического взрыва.
3. Приведите пример Теплового взрыва.
4. Приведите примеры тепловых взрывов.
5. Охарактеризуйте химический взрыв.
6. Назовите необходимые условия химического взрыва.

Тема 8. Свойства взрывчатых веществ.

Классификация свойств взрывчатых веществ. Технологические свойства взрывчатых веществ. Специальные свойства взрывчатых веществ.

Литература: [1, 2]

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию свойств взрывчатых веществ.
2. Назовите основные технологические свойства взрывчатых веществ.
3. Что такое кислородный баланс.
4. Назовите виды кислородного баланса.
5. Какие газы выделяются при положительном кислородном балансе.
6. При каком кислородном балансе образуется окись углерода (CO)?

Тема 9. Начальный импульс и чувствительность взрывчатых веществ.

Начальный импульс. Виды начального импульса. Инициирование. Чувствительность взрывчатых веществ. Способы изменения чувствительности.

Литература: [1]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «Начальный импульс».
2. Охарактеризуйте тепловой начальный импульс.
3. Какой вид начального импульса является основным для горного дела?
4. Перечислите пробы на чувствительность.
5. Что такое сенсибилизатор?
6. Приведите пример веществ вводимых в состав взрывчатых веществ для флегматизации.

Тема 10. Формы химического превращения взрывчатых веществ.

Основные формы химического превращения взрывчатых веществ. Режимы химического превращения: термический распад, горение, конвективное горение, детонация

Литература: [1, 2, 3]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные формы химического превращения.
2. Дайте характеристику горению как форме химического превращения.
3. Дайте характеристику детонации как форме химического превращения.

Тема 11. Основные положения теории детонации.

Механизм детонации. Графическая интерпретация процесса детонации – адиабата Гюгонио. Количественная оценка характеристик процесса детонации.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите особенности детонационной волны.
2. Дайте определение понятию «Детонация».
3. Приведите основные детонационные характеристики взрывчатых веществ.

Тема 12. Экспериментальные методы определения скорости детонации.

Классификация методов определения скорости детонации взрывчатых веществ. Метод Дотриша. Осциллографический метод. Метод скоростной фотосъемки. Реостатный метод.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте метод Дотриша, для определения скорости детонации взрывчатых веществ.
2. Назовите отличительные особенности осциллографического метода для определения скорости детонации взрывчатых веществ.
3. Опишите процедуру измерения скорости детонации используя реостатный метод.

Тема 13. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации.

Группы факторов, влияющие на скорость и устойчивости детонации. Влияние внутреннего состава и строения на скорость и устойчивость детонации. Влияние условий взрывания на скорость детонации.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Как влияет дисперсность взрывчатого вещества на скорость и устойчивость детонации?
2. Как влияет плотность взрывчатого веществ на скорость детонации?
3. Дайте определение понятию «критический диаметр детонации».
4. Как влияет на скорость и устойчивость детонации наличие плотной оболочки на заряде взрывчатого вещества.
5. Влияние величины начального импульса на устойчивость детонации.

Тема 14. Работа взрыва.

Работа взрыва: баланс энергии при взрыве. Потери при переходе потенциальной энергии взрывчатого вещества в механическую работу взрыва. Полезная работа взрыва. Бризантность и фугасность. Пробы на бризантность и фугасность.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Опишите переход потенциальной энергии взрывчатого вещества в механическую работу взрыва.
2. Чем обусловлены химические потери при взрыве?
3. Чем обусловлены тепловые потери при взрыве?
4. Охарактеризуйте бесполезные формы работы взрыва.
5. Что такое бризантность взрывчатых веществ.
6. Назовите формы проявления фугасной работы взрыва.

Тема 15. Основные положения теории предохранительных взрывчатых веществ.

Необходимость применения предохранительных взрывчатых веществ. Теории предохранительных взрывчатых веществ. Методы испытаний предохранительных взрывчатых веществ.

Литература: [1, 2]

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию пламегаситель.
2. Дайте определение понятию ингибитор.
3. Перечислите основные гипотезы воспламенения горючих шахтных сред.
4. Перечислите возможные пути предотвращения воспламенения горючих шахтных сред.
5. Охарактеризуйте методы испытаний предохранительных взрывчатых веществ.

Тема 16. Заряд взрывчатого вещества.

Заряды взрывчатых веществ. Классификация. Воронка взрыва и ее элементы. Показатель действия взрыва.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам классифицируются заряды взрывчатых веществ.
2. Перечислите элементы воронки взрыва.
3. Что такое показатель действия взрыва.
4. Как классифицируются заряды взрывчатых веществ по показателю действия взрыва.

Тема 17. Действие взрыва.

Действие сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде и при наличии обнаженной поверхности. Стадии разрушения: образование газовой полости, зоны дробления, зона радиальных и кольцевых трещин, откольные явления. Соотношение бризантного и фугасного действия взрыва в зависимости от акустической жесткости разрушаемых пород.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Отразите последовательность развития взрыва в горных породах.
2. Отметьте области действия взрыва, образующие зону регулируемого дробления.
3. Какие трещины образуются в горной породе при падении давления и обратной деформации пород в сторону зарядной полости?

4. Какие трещины образуются при отражении волны сжатия от свободной поверхности горной породы?

Тема 18. Классификации промышленных взрывчатых веществ.

Классификация ВВ: по характеру воздействия на окружающую среду, по чувствительности к простым формам начального импульса, физическому состоянию. Классификация по химическому составу – индивидуальные ВВ и взрывчатые смеси. Классы ВВ по условиям применения.

Литература: [1, 2, 4, 6]

Контрольные вопросы:

1. К какой группе относятся взрывчатые вещества, имеющие скорость детонации 4000 м/с?
2. Какие классы промышленных ВВ выделяют по химическому составу?
3. К какому классу промышленных ВВ по химическому составу относится тротил, детонит?
4. Какие ВВ можно использовать только при взрывных работах на поверхности, в шахтах опасных по газу и пыли? Укажите номер класса и цвет оболочки.
5. Какой цвет имеют патроны предохранительных ВВ?
6. По какому характерному признаку выделяют первичные и вторичные ВВ?

Тема 19. Непредохранительные взрывчатые вещества I класса по условиям применения.

Предъявляемые требования. Нитросоединения: свойства, ассортимент, область применения. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Эмульсионные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные свойства гранулотола.
2. Особенности аммиачно-селитренных взрывчатых веществ.
3. Бестротиловые взрывчатые вещества: особенности, свойства.
4. Назовите отличительные особенности эмульсионных взрывчатых веществ.

Тема 20. Непредохранительные взрывчатые вещества II класса по условиям применения.

Предъявляемые требования. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Эмульсионные взрывчатые вещества: свойства, ассортимент, область применения. Порошкообразные ВВ – аммониты и аммоналы. Свойства и область применения.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные свойства граммонита 79/21.
2. Особенности аммиачно-селитренных взрывчатых веществ, применяемых в подземных условиях.
3. Назовите отличительные особенности патронированных аммонитов.
4. Назовите отличительные особенности эмульсионных взрывчатых веществ, применяемых в подземных условиях.

Тема 21. Предохранительные взрывчатые вещества III – VII классов по условиям применения.

Требования к энергетическим и детонационным характеристикам предохранительных ВВ. Требования к кислородному балансу. Требования к составу и строению зарядов.

Литература: [1, 2, 7]

Контрольные вопросы:

1. Перечислите названию взрывчатых веществ III класса по условиям применения.
2. Какие добавки вводят в состав предохранительных взрывчатых веществ?
3. Укажите требования, предъявляемые к предохранительным ВВ.

Тема 22. Методы производства взрывных работ.

Классификация методов производства взрывных работ. Метод шпуровых зарядов. Метод скважинных зарядов. Метод камерных зарядов. Метод наружных зарядов. Область применения, достоинства и недостатки методов.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите области применения метода шпуровых зарядов в подземных условиях.
2. Укажите область применения метода шпуровых зарядов при открытой разработке месторождений.
3. Укажите область применения метода скважинных зарядов.
4. Укажите область применения метода наружных зарядов.

Тема 23. Метод шпуровых зарядов при проведении подземных горных выработок.

Состав проходческого цикла. Коэффициент использования шпуров (КИШ). Коэффициент излишка сечения (КИС). Врубовые, отбойные и оконтуривающие шпуры. Очередность взрывания. Конструкции шпуровых зарядов. Размер и качество забойки. Прямое и обратное инициирование зарядов. Назначение и типы врубов. Конструкции наклонных врубов; их достоинства и недостатки. Конструкции прямых врубов; их достоинства и недостатки. Комбинированные врубы. Принципы расчета параметров буровзрывных работ.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите типы шпуров при проходке выработки.
2. Укажите очередность взрывания шпуров в типовой технологии проходки выработок.
3. Укажите условия, соответствующие обратному инициированию заряда.
4. Отметьте достоинства прямого инициирования заряда ВВ по сравнению с обратным.
5. Отметьте достоинства обратного инициирования заряда ВВ по сравнению с прямым.

Тема 24. Метод шпуровых зарядов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Технология шпуровой отбойки при разработке рудных месторождений. Расчет параметров БВР. Технология шпуровой отбойки угля. Правила безопасности при использовании метода шпуровой отбойки.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Опишите существо метода шпуровых зарядов при добыче полезных ископаемых подземным спопобом.
2. Укажите классы ВВ допущенные к применению при шпуровой отбойке по углю.
3. Какой способ взрывания допущен к применению при шпуровой отбойке угля?
4. Какова допустимая величина уходки (м) при добыче угля методом шпуровых зарядов?

5. Какова величина предельного содержание метана в забое (в %), при котором разрешена отбойка угля методом шпуровых зарядов?

Тема 25. Метод скважинных зарядов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Отбойка вертикальными и горизонтальными слоями. Параллельное и веерное расположение скважин – преимущества и недостатки. Схемы отбойки руды в блоке. Расчет параметров скважинной отбойки. Бурение, заряжание и взрывание скважин. Правила безопасности при скважинной отбойке.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите преимущества параллельного расположения скважин при подземной отбойке руды (по сравнению с веерным расположением скважин).
2. Укажите преимущества веерного расположения скважин при подземной отбойке руды (по сравнению с параллельным расположением скважин).
3. Укажите способы бурения скважин при отбойке руды в подземных условиях.
4. Какой тип ВВ обычно применяют при механизированном заряжании скважин?
5. Укажите показатели, входящие в формулу определения удельного расхода ВВ при скважинной отбойке руды в подземных условиях.

Тема 26. Метод скважинных зарядов при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.

Расположение скважин на уступе и их бурение. Принципы расчета параметров буровзрывных работ. Схемы взрывания скважинных зарядов при однорядном и многорядном взрывании скважин.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите рациональные способы бурения скважин при открытой разработке месторождений.
2. Удельный расход ВВ на карьерах определяется по эталонному $q_э$ с учетом поправочных коэффициентов. Укажите факторы, определяющие величину данных коэффициентов.
3. Укажите основные способы взрывании зарядов взрывчатых веществ, используемых на земной поверхности.

4. Перечислите основные взрывчатые вещества, используемые при ведении взрывных работ на земной поверхности.

Тема 27. Метод камерных зарядов.

Расположение выработок при использовании камерных зарядов. Камерные заряды рыхления и их расчет. Камерные заряды выброса и их расчет. Камерные заряды на сброс и их расчет.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. В каких случаях целесообразно использовать метод камерных зарядов при открытой разработке месторождений?
2. Назовите достоинства и недостатки метода камерных зарядов.

Тема 28. Взрывное разрушение негабарита.

Характеристики, область применения, достоинства и недостатки различных способов разделки негабарита: наружными, шпуровыми, кумулятивными зарядами, гидровзрывание.

Литература: [1, 3]

Контрольные вопросы:

1. Укажите достоинства и недостатки способа разделки негабарита накладными зарядами.
2. Укажите достоинства и недостатки способа разделки негабарита шпуровыми зарядами.
3. Укажите способы взрывного дробления негабарита при открытой разработке месторождений.

Тема 29. Техническая документация для производства взрывных работ.

Необходимая техническая документация для производства взрывных работ: типовой проект взрывных работ, проект массового взрыва, паспорт буровзрывных работ, схема взрывных работ.

Литература: [1, 4, 6, 8]

Контрольные вопросы:

1. Что входит в состав типового проекта взрывных работ?
2. Опишите процедуру составления и утверждения паспорта буровзрывных работ.
3. Для каких работ составляется схема взрывных работ.
4. В каких случаях составляется проект массового взрыва?

Тема 30. Персонал для взрывных работ.

Требования к лицам, допущенным к ведению взрывных работ: руководитель взрывных работ, мастер-взрывник, заведующий складом ВМ, раздатчики ВМ и лаборанты складов ВМ.

Литература: [1, 4, 6, 8]

Контрольные вопросы:

1. Какие требования предъявляются к руководителям взрывных работ?
2. Какие требования предъявляются к взрывникам?
3. В течение какого периода времени проходит стажировка взрывника?
4. Требования в заведующему склада взрывчатых материалов.

3. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

Практико-ориентированное задание №1

Расчет кислородного баланса и составление рецептур промышленных взрывчатых веществ.

Цель: овладение методикой расчета кислородного баланса взрывчатых веществ и принципами составления рецептур промышленных взрывчатых веществ.

Краткая теория

Определение кислородного баланса

Кислородным балансом называется отношение избытка или недостатка кислорода во взрывчатом веществе (ВВ) для полного окисления горючих элементов (водорода, углерода, металлов и т. п.), выраженное в грамм-атомах, к грамм-молекулярной массе ВВ. Кислородный баланс выражается в долях или процентах.

Под полным окислением понимается окисление водорода в воду, а углерода в углекислый газ. При этом выделяется также молекулярный азот и кислород. Если в составе ВВ находится металл, то образуется его высший окисел.

Реакции полного окисления:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 396 \text{ кДж/моль};$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O \rightarrow H_2O + 283 \text{ кДж/моль при воде жидкой};$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + 241 \text{ кДж/моль при воде парообразной};$$

$$2Al + 1.5O_2 \rightarrow Al_2O_3 + 1671 \text{ кДж/моль}.$$

Следовательно, если ВВ имеет состав в виде $C_aH_bN_cO_d$, то кислородный баланс (%)

$$K_б = \frac{\left[d - \left(2a + \frac{b}{2}\right)\right] \cdot 16}{M_{BB}} 100\%, \quad (1.1)$$

где 16 – относительный атомная масса кислорода; M_{BB} – молекулярная масса ВВ.

При

$$d > 2a + \frac{b}{2} \quad (1.2)$$

имеет положительный кислородный баланс;

при

$$d = 2a + \frac{b}{2} \quad (1.3)$$

нулевой кислородный баланс;

при

$$d < 2a + \frac{b}{2} \quad (1.4)$$

отрицательный кислородный баланс.

Взрывчатые вещества с нулевым кислородным балансом выделяют максимальное количество энергии и минимальное количество ядовитых газов.

При взрыве ВВ с отрицательным кислородным балансом в зависимости от относительного количества кислорода образуются либо ядовитая окись углерода (угарный газ) с меньшим выделением тепла, чем при образовании углекислоты, т. е.

$$C + 0{,}5O_2 \rightarrow CO + 109 \text{ кДж/моль;}$$

либо чистый углерод в виде сажи, резко снижающий образование газов.

При положительном кислородном балансе уменьшается выделение энергии, так как образуется ядовитая окись азота с поглощением тепла по реакции

$$0{,}5N_2 + 0{,}5O_2 \rightarrow NO - 90{,}5 \text{ кДж/моль.}$$

Пример 1. Определить кислородный баланс тротила $C_7H_5(NO_2)_3$, относительная молекулярная масса которого 227.

Для полного окисления необходимо $2a + b/2$ или $2 \cdot 7 + 5/2 = 16{,}5$ атомов кислорода.

В наличии имеется 6 атомов кислорода.

Следовательно,

$$K_6 = \frac{\left[6 - \left(2 \cdot 7 + \frac{5}{2}\right)\right] \cdot 16}{227} 100\% = -74\%.$$

Пример 2. Определить кислородный баланс граммонита 30/70. Граммонит 30/70 состоит из 30% аммиачной селитры NH_4NO_3 и 70% тротила.

Кислородный баланс аммиачной селитры АС, определенный вышеуказанным способом, равен +20%.

Кислородный баланс граммонита 30/70:

$$0{,}3 \cdot 20 + 0{,}7 \cdot -74 = -45{,}5\%.$$

Составление рецептуры промышленных ВВ

При изготовлении промышленных ВВ обычно состав подбирается таким, чтобы был нулевой кислородный баланс. Для изготовления патронированных ВВ принимается небольшой положительный кислородный баланс для окисления материала оболочки патронов. Для подземных работ при взрыве 1 кг ВВ должно выделятся не более 40 л ядовитых газов в пересчете на условную окись углерода. Если образуются окислы азота и сернистый газ, то для перевода их к условной окиси углерода принимается поправочный коэффициент соответственно 6,5 и 2,5.

Для открытых горных работ, особенно для ВВ, применяемых в обводненных условиях, требования к кислородному балансу ВВ не такие жесткие.

Пример 1. Составить рецептуру игданита с нулевым кислородным балансом па основе аммиачной селитры и дизельного топлива (ДТ) с кислородным балансом – 320%.

Количество весовых частей аммиачной селитры для окисления одной части дизельного топлива равно

$$n = \frac{[\text{КБ}_{DT}]}{[\text{КБ}_{\text{АС}}]},$$

где КБ_{DT} – кислородный баланс дизельного топлива;

$\text{КБ}_{\text{АС}}$ – кислородный баланс аммиачной селитры.

$$n = \frac{320}{20} = 16.$$

Содержание дизельного топлива во взрывчатом веществе:

$$x = \frac{100}{1+n},$$

$$x = \frac{100}{1+16} = 5{,}9\ \%.$$

Соответственно содержание аммиачной селитры

$$100 - x = 100 - 5{,}9 = 94{,}1\%.$$

Следовательно, формула игданита:

$$94{,}1\%\ \text{аммиачной селитры};\ 5{,}9\%\ \text{дизельного топлива}.$$

Пример 2. Определить рецептуру ВВ с пулевым кислородным балансом на основе аммиачной селитры (NH_4NO_3) и тротила ($C_7H_5(NO_2)_3$).

Кислородный баланс тротила –74%, относительная молекулярная масса 227. Кислородный баланс аммиачной селитры +20%, относительная молекулярная масса 80.

Состав смеси должен отвечать условию:

$$x\ (-74\%) + (100 - x)\ 20\% = 0,$$

где x – содержание в смеси тротила, %.

Решение данного уравнения показывает, что $x \approx 21\%$ и $(100 - x) = 79\%$. Такому составу смеси отвечают граммонит 79/21 и аммонит 6ЖВ.

Обозначим число молей аммиачной селитры через y, число молей тротила через z. Тогда из соотношения

$$\frac{y \cdot 80}{x \cdot 227} = \frac{79}{21},$$

получим

$$y = \frac{79 \cdot z \cdot 227}{21 \cdot 80} = 10{,}7z.$$

Приняв z = 1, получим y = 10,7.

Следовательно, молекулярное уравнение граммонита имеет вид

$$z + 10{,}7y = C_7H_5(NO_2)_3 + 10{,}7NH_4NO_3.$$

Пример 3. Определить молекулярную формулу гранулита АС-8, имеющего следующий состав: 89% аммиачной селитры NH_4NO_3; 3% солярового масла $C_{16}H_{34}$ (относительная молекулярная масса 226); 8% алюминиевой пудры А1 (относительная молекулярная масса — 27).

Обозначив число молей солярового масла x, аммиачной селитры y, алюминиевой пудры z, можно написать химическую формулу в виде

$$y NH_4NO_3 + x\ C_{16}H_{34} + z\ Al.$$

В соответствии с весовым составом можно записать следующие соотношения

$$\frac{y \cdot 80}{x \cdot 226} = \frac{89}{3};\quad \frac{z \cdot 27}{x \cdot 226} = \frac{8}{3},$$

Отсюда y = 83,9x; z = 22,4x.

Примем x = 1, тогда молекулярное уравнение гранулита АС-8 имеет вид

$$83{,}9\ NH_4NO_3 + C_{16}H_{34} + 22{,}4\ Al.$$

Практико-ориентированное задание №2

Определение работоспособности взрывчатых веществ и работы взрыва.

Цель: овладение методикой определения работоспособности взрывчатых веществ и работы взрыва.

Краткая теория

Расчет идеальной работоспособности ВВ

Из первого закона термодинамики следует, что изменение внутренней энергии газов равно количеству тепла, сообщенного окружающей среде и произведенной работе:

$$-dE = dQ + pdV. \quad (2.1)$$

Если техническим назначением взрыва ВВ является производство механической работы, то затраты на теплообмен продуктов взрыва (ПВ) с окружающей средой являются энергетическими потерями (dQ). Эти потери называются термодинамическими.

Идеальным с точки зрения отсутствия термодинамических потерь является адиабатический процесс расширения ПВ, т.е. $dQ = 0$. В этом случае изменение внутренней энергии ПВ равно количеству работы, совершаемой газами, т.е.

$$-dE = pdV = dA. \quad (2.2)$$

В реальных условиях взрывания наиболее близким к адиабатическому процессу является взрыв ПВ в воздушной среде, а, например, в горных породах термодинамические потери возрастают. Они существенно выше в пористых, хрупких, легко дробимых породах и минимальны в пластичных средах типа глин.

Мерой идеальной работоспособности ВВ может служить максимальная работа, которую совершают ПВ при своем адиабатическом расширении до давления окружающей среды (воздушной, водной, горной), т.е. когда остаточное давление ПВ уравновешивается противодавлением среды атмосферным, гидростатическим или горным давлением.

Идеальная работоспособность ВВ является одной из важнейших энергетических характеристик ВВ. Она дополняет теплоту взрыва, показывая теоретическую возможность реализации энергетического потенциала ВВ в механическую работу.

Идеальную работоспособность (полную идеальную работу взрыва) можно определить, как разность между значениями внутренней энергии ПВ в момент их образования и к концу расширения:

$$\text{А}_\text{и} = \int dE = \int_{T_1}^{T_2} \overline{C_V} dT = \overline{C_V} * (T_1 - T_2) = \overline{C_V} T_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = Q_{\text{взр}} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \quad (2.3)$$

где $\overline{C_V}$ - средняя теплоемкость продуктов взрыва в интервалах изменения температуры взрыва от T_1 до T_2;

T_1 - начальная температура взрыва;

T_2 - конечная температура ПВ.

Для газовых взрываемых систем, расширение ПВ которых происходит вдоль изоэнтропы вида pV' = const, пользуясь уравнением Клайперона $(PV'=RT)$, получаем

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{y-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}} \quad (2.4)$$

Окончательно получаем

$$A_u = Q_{\text{взр}} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right); \quad (2.5)$$

$$A_u = Q_{\text{взр}} \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{y-1}\right); \quad (2.6)$$

$$A_u = Q_{\text{взр}} \left(1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}}\right); \quad (2.7)$$

где $Q_{\text{взр}}$- потенциальная энергия ВВ (полная тепловая энергия), кДж/кг;

V_1 и V_2 - начальный и конечный удельные объемы ПВ, м^3/кг;

P_1 и P_2 - начальное и конечное давление ПВ, Па;

$y = Cp/Cv$ – показатель адиабаты.

Эти же формулы могут быть использованы для расчета A_u конденсированных ВВ.

При взрыве в воздухе (P_2 = 1,01·10^{5}Па) полная идеальная работа взрыва определяется

$$A_u = Q_{\text{взр}} \left(1 - \left(\frac{1{,}01 * 10^5}{P_{\text{пв}}}\right)^{\frac{y-1}{y}}\right), \text{ кДж/кг.} \quad (2.8)$$

Расчет полного термодинамического КПД взрыва

Вышеприведенную формулу (2.8) можно представить в виде

$$A_u = Q_{\text{взр}} - q_T \quad (2.9)$$

Здесь величина $q_T = Q_{\text{взр}} - A_u = C_{v2} * T_2$ - термодинамические потери энергии ВВ в продуктах взрыва по достижении ими атмосферного давления. Это остаточное тепло идет на свечение ПВ после их расширения.

Отношение идеальной работоспособности к выделившейся тепловой энергии взрыва называется идеальным термодинамическим КПД взрыва

$$\eta = \frac{A_u}{Q_{\text{взр}}}, \tag{2.10}$$

или с учетом формулы (2.7)

$$\eta = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{y-1}{y}}, \tag{2.11}$$

Идеальный термодинамический КПД взрыва определяет часть тепловой энергии, которая может быть использована для совершения механической работы взрыва.

Величины идеальной работоспособности (A_u) и полного термодинамического КПД (П) существенно зависят от свойств продуктов взрыва, влияющих на показатель адиабаты, $y = Cp/Cv$. Если в ПВ содержится 2/3 молекул двухатомных газов и 1/3 — одноатомных (гексоген), то y = 1,25. Если в ПВ содержится 2/3 трехатомных газов и 1/3 двухатомных (нитроглицерин), то y = 1,2. Величина y снижается (соответственно снижается A_u и η), если в ПВ содержатся четырех и пятиатомные газы, а также твердые продукты (NaCl, $A1_2O_3$ и др.). В этих случаях y = 1,15, и 1,05.

Пример 1. Определить полную идеальную работоспособность и термодинамический КПД аммонита 6ЖВ при плотности заряжания 900 кг/м^3 и следующих параметрах взрывного превращения:

$V_{пв}$= 0,86 м^3/кг,

$Q_{взр}$ = 4300кДж/кг;

$T_{взр}$=2600^o К.

Для расчета показатель адиабаты принимается y=1,25. Определение давления ПВ при взрыве аммонита 6ЖВ:

$$P = \frac{1{,}01*10^5*0{,}86*2600*900}{273*(1-0{,}001*0{,}86*900)} = 3{,}3 * 10^9,$$

Откуда полная идеальная работоспособность

$$A_u = Q_{\text{взр}}\left(1 - \left(\frac{1{,}01 * 10^5}{P_{\text{пв}}}\right)^{\frac{y-1}{y}}\right) = 4300 * \left(1 - \left(\frac{1{,}01 * 10^5}{3{,}3 * 10^9}\right)^{\frac{1{,}25-1}{1{,}25}}\right) = 3762{,}2\,\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Полный термодинамический КПД взрыва

$$\eta = \frac{A_u}{Q_{\text{взр}}} = \frac{3762{,}2}{4300} = 0{,}875$$

или $\eta = 87{,}5\%$

Практико-ориентированное задание №3

Расчет скважинного заряда при уступной отбойке на карьере

Цель работы – овладение методикой проектирования параметров буровзрывных работ при открытой разработке месторождений скважинным способом

Краткая теория

При разработке месторождений открытым способом (на карьерах и разрезах) используют в основном метод скважинных зарядов. В слабых породах используют вращательное (шнековое) бурение. В более прочных породах преобладает шарошечное бурение. В крепчайших породах с коэффициентом крепости f > 14-16 наиболее эффективно термическое бурение скважин. Скважины на уступе карьера располагают в один или несколько рядов по различным схемам в зависимости от свойств разрушаемых пород и требуемой конфигурации забоя. Расположение скважин на уступе характеризуют следующими показателями (рис. 1):

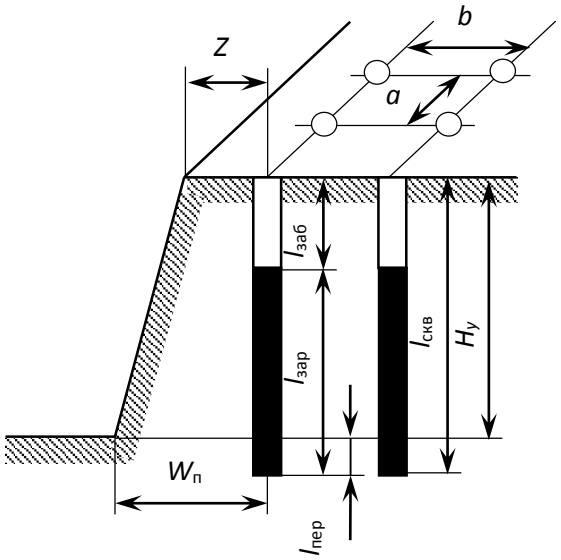


Рис. 3.1 Схема расположения скважин на уступе

$H_у$ – высота уступа, м; $W_п$ – линия сопротивления по подошве (ЛСПП); a – расстояние между скважинами, м; b – расстояние между рядами скважин, м; Z – безопасное расстояние от оси скважины до верхней бровки уступа, м; $l_{зар}$ – длина заряда, м; $l_{пер}$ – длина перебура, м; $l_{заб}$ – длина забойки, м; $l_{скв}$ – длина (глубина) скважины, м; α - угол откоса уступа.

Характеристики и расположение скважин в первую очередь зависят от удельного расхода ВВ. Оптимальная величина удельного расхода ВВ определяется множеством факторов. При этом определяющую роль играют свойства разрушаемого массива, размеры его блоков (расстояние между трещинами), степень и качество заполнения трещин, их расположение

относительно вектора смещения породы и т. п. Учесть все эти факторы в единой теоретической модели не представляется возможным. Поэтому во многом оптимальные параметры процесса определяются путем опытного взрывания и интерпретации его результатов на основе общефизических представлений.

Удельный расход «эталонного» ВВ ($q_э$) может быть определен по данным таблицы 1.

Таблица 3.1

Эталонный удельный расход ВВ, кг/м^3

Категория пород по степени трещиноватости	Коэффициент крепости горных пород f по шкале проф. М. М. Протодьяконова			
	2 - 6	6 - 10	10 – 14	более 14
I	0,2	0,25	0,3	0,35
II	0,3	0,35	0,4	0,45
III	0,45	0,5	0,6	0,67
IV	0,67	0,75	0,8	0,9
V	0,9	1,0	1,1	1,2

Реальный удельный расход ВВ рекомендуется определять путем введения серии поправочных коэффициентов, учитывающих тип ВВ, конструкцию заряда, наличие свободных поверхностей, заданную степень дробления и др:

$$q_р = q_э \cdot e \cdot k_d \cdot \frac{\rho_{гп}}{2{,}6}, \qquad (3.1)$$

где $q_э$ – эталонный расход Граммонита 79/21, кг/м^3;

e – коэффициент относительной работоспособности ВВ, определяемый по формуле

$$e = A_{эт} / A_{ВВ}, \qquad (3.2)$$

$A_{эт}$ = 3560 кДж/кг - идеальная работа взрыва эталонного ВВ (Граммонит 79/21);

$A_{ВВ}$ – идеальная работа взрыва принятого ВВ, кДж/кг;

k_d - поправочный коэффициент на кондиционный размер куска;

$\rho_{гп}$ – плотность горных пород, т/м^3.

Таблица 3.2

Значения поправочного коэффициента на кондиционный размер куска k_d

Допустимый размер крупных кусков, мм	250	500	750	1000	1250	1500
k_d	1,3	1,0	0,85	0,75	0,7	0,65

Диаметр заряда определяется диаметром рабочего органа буровой машины (долота, коронки или резца) $d_{скв}$ с учетом характеристик разрабатываемых пород:

$$d_{зар} = k_р d_{скв}, \quad (3.3)$$

где $k_р$ = 1,06 – (f – 2) 0,003 – коэффициент расширения скважин.

Удельная вместимость 1 м скважины:

$$P = 0{,}785 \cdot d_{зар}^2 \cdot \Delta, \quad (3.4)$$

где Δ, кг/м^3 - плотность заряда в скважине.

Линия сопротивления по подошве (ЛСПП) для одиночной скважины:

$$W_п = 0{,}9 \cdot \sqrt{\frac{P}{q_р}}, \quad (3.5)$$

В соответствии с правилами безопасности при бурении первого ряда скважин станок располагается перпендикулярно верхней бровке уступа, за призмой обрушения, но не ближе 2 м от верхней бровки уступа, поэтому минимально допустимая по условиям безопасного расположения бурового станка линия сопротивления по подошве (W_{min}) для вертикальных скважин рассчитывается из соотношения

$$W_{min} = H_у \operatorname{ctg}\alpha + Z, \quad (3.6)$$

где α – угол откоса рабочего уступа, град;

Z – ширина призмы обрушения, $Z \geq 2$ м.

Величина принимаемой при расчетах линии сопротивления по подошве ($W_п$) должна удовлетворять соотношению:

$$W_{min} < W_п. \quad (3.7)$$

Если значения $W_{min} > W_п$, это означает, что принятые параметры скважин и характеристики ВВ не обеспечивают проработку подошвы уступа. В этом случае следует изменить диаметр скважины, тип применяемого ВВ или перейти к наклонным скважинам.

Глубина перебура:

$$l_{пер} = 0{,}6 \cdot d_{скв} \cdot f + 0{,}75. \quad (3.8)$$

Глубина скважины:

$$l_{\text{скв}} = H_{\text{у}} + l_{\text{пер}} \tag{3.9}$$

Масса заряда в скважине:

$$Q = l_{\text{скв}} \cdot P \cdot k_{\text{зап}} \tag{3.10}$$

где $k_{зап}$ – коэффициент заполнения скважины, принимаемый по таблице 3.3.

Таблица 3.3

Коэффициент заполнения скважин

Категория блочности	Высота уступа										
	10	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,53
2	0,51	0,52	0,53	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58	0,58
3	0,56	0,57	0,58	0,58	0,59	0,60	0,61	0,61	0,62	0,63	0,63
4	0,62	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68
5	0,67	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72

Длина заряда:

$$l_{\text{зар}} = l_{\text{скв}} \cdot k_{\text{зап}} \tag{3.11}$$

Длина забойки:

$$l_{\text{заб}} = l_{\text{скв}} - l_{\text{зар}} \tag{3.12}$$

Расстояние между скважинами:

При квадратной сетке расположения, расстояния между рядами скважин (b) равно расстоянию между скважинами в ряду (a), тогда:

$$S_{a \cdot b} = \frac{Q}{H_{\text{у}} \cdot q_{\text{р}}} \tag{3.13}$$

$$S_{a \cdot b} = a \cdot b$$

$$a = b$$

$$a = \sqrt{S_{a \cdot b}}$$

Окончательные расстояния между рядами скважин и между скважинами в ряду округляются с шагом 0,5 м.

Задание: рассчитать параметры буровзрывных работ при скважинной отбойке в условиях открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Практико-ориентированное задание №4

Расчёт безопасных расстояний по разлету кусков породы при взрывании скважинных зарядов

Цель работы – овладение методикой расчета безопасных расстояний по разлету кусков породы при взрывании скважинных зарядов.

При определении зон, опасных по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов на земной поверхности, следует выделять и отдельно рассчитывать безопасные расстояния для людей зданий и сооружений, машин и механизмов.

При взрывании скважинных зарядов рыхления (дробления) расстояние опасное для людей, рассчитывается по формуле:

$$r_{разл} = 1250 \cdot h_з \cdot \sqrt{\frac{f}{1 + h_{заб}} \cdot \frac{d}{a}} \qquad (4.1)$$

где $h_з$ – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом, определяемый по формуле

$$h_з = \frac{l_{зар}}{l_c}, \qquad (4.2)$$

$l_{зар}$ – длина заряда ВВ, м;

$l_{зар}$ – глубина скважины, м;

f – коэффициент крепости горных пород;

$h_з$ – коэффициент заполнения скважины забойкой:

$$h_з = \frac{l_{заб}}{l_н}, \qquad (4.3)$$

$l_{зар}$ – длина забойки, м;

$l_н$ – длина свободной от заряда верхней части скважины, м;

d – диаметр взрываемой скважины, м;

a – расстояние между скважинами в ряду или между рядами, м.

Расчётные значения радиусов разлета осколков округляются в большую сторону до значения, кратного 50 м. Окончательно принимаемое безопасное расстояние не должно быть меньше указанных в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Минимально допустимые безопасные расстояния для людей при взрывных работах

№ п/п	Методы взрывных работ	Минимально допустимые радиусы опасных зон, м
1.	Наружных зарядов, в том числе кумулятивных	300 (по проекту)
2.	Шпуровых зарядов	200
3.	Котловых шпуров	200
4.	Малокамерных зарядов (рукавов)	200*
5.	Скважинных зарядов	Не менее 200**
6.	Котловых скважин	Не менее 300
7.	Камерных зарядов	Не менее 300

* - при взрывании на косогорах в направлении вниз по склону величина радиуса опасной зоны должна приниматься не менее 300 м.

** - радиус опасной зоны указан для взрывания зарядов с забойкой.

Практико-ориентированное задание №5

Составление паспорта буровзрывных работ на проведение горизонтальной горной выработки.

Цель работы – овладение методикой расчета параметров буровзрывных работ (БВР) при проведении подземных горных выработок и составления паспорта БВР.

Краткая теория

Проведение горных выработок буровзрывным способом осуществляется по паспортам буровзрывных работ (БВР). Паспорта утверждаются руководителем того предприятия, которое ведёт взрывные работы. С паспортом БВР ознакомляется весь персонал, осуществляющий буровзрывные работы в данной выработке.

Паспорт составляется для каждого забоя выработки на основании расчетов и утверждается с учётом результатов не менее трёх опытных взрываний. По разрешению руководителя предприятия (шахты, рудника) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведённых в аналогичных условиях.

Расчёт, необходимый для составления паспорта, сводится к выбору и определению основных параметров буровзрывных работ для проведения выработки. К основным параметрам относятся: тип взрывчатого вещества (ВВ) и средства инициирования (СИ), диаметр и глубина шпуров, тип вруба, удельный заряд ВВ, количество шпуров и конструкции зарядов, расход взрывчатых материалов.

5.1. Общие положения

Буровзрывной комплекс работ занимает от 30 до 60 % общего времени проходческого цикла в зависимости от горнотехнических условий.

При проведении горных выработок буровзрывные работы должны обеспечить заданные размеры и форму поперечного сечения выработки, точное оконтуривание её профиля, качественное дробление породы и сосредоточенное размещение её в забое, нормативную величину коэффициента излишка сечения (КИС), высокий коэффициент использования шпуров (КИШ).

Эти требования соблюдаются при условии правильного выбора параметров буровзрывных работ: типа ВВ, типа и параметров вруба, величины и конструкции заряда в шпуре, диаметра и глубины шпуров, числа и

расположения их в забое, способа и очередности взрывания зарядов, типа бурового оборудования, качества буровых работ, организации проходческих работ и т. д.

5.2. Определение параметров буровзрывных работ

5.2.1. Выбор взрывчатых материалов

При выборе взрывчатых материалов (ВМ) руководствуются требованиями безопасного производства взрывных работ, регламентированных «Правилами безопасности при взрывных работах» [6] с учетом физико-механических свойств горных пород и горнотехнических условий.

Рекомендуемые взрывчатые вещества (ВВ) [7] в зависимости от условий работ, обводнённости и крепости пород, способа заряжания представлены в табл. 5.1.

В шахтах, не опасных по газу или пыли, при проведении горизонтальных выработок допускается применение электрического взрывания и систем неэлектрического взрывания с низкоэнергетическими волноводами.

Таблица 5.1

Рекомендуемые ВВ

Условия взрывных работ	Условия размещения зарядов	Коэффициент крепости пород *f*	Тип ВВ	Способ заряжания
Выработки, не опасные по взрыву газа или пыли	Сухие шпуры	до 12	Гранулит М Граммонит 79/21 Гранулит АС-4В Гранулит-игданит	Механизированный
			Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Гранулит АС-8В	Механизированный
			Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	Ручной
	Обводнённые шпуры	до 12	Аммонит № 6ЖВ	Ручной
		более 12	Аммонал М-10 Детонит М Аммонал скальный № 1	
Выработки, опасные по взрыву газа и пыли	Сухие и обводнённые шпуры	Для взрывания по породе	Аммонит АП–5ЖВ	Ручной
		Для взрывания по углю с учетом степени опасности	IV кл. Аммонит Т-19 Аммонит ПЖВ-20 V кл. Угленит Э-6 VI кл. Угленит 12ЦБ	
	Для водораспыления	Открытый заряд	Ионит	

На угольных шахтах, опасных по газу или пыли, разрешается только взрывание с применением электродетонаторов. При полном отсутствии в забоях проходимых выработок метана или угольной пыли, допускается применение непредохранительных ВВ II класса и электродетонаторов мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия со временем замедления до 2 с без ограничения количества приёмов и пропускаемых серий замедлений.

Основные характеристики ВВ, применяемых при проходке подземных горных выработок, приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Характеристики ВВ

Наименование ВВ	Идеальная работа взрыва, кДж/кг	Плотность в патронах или насыпная, кг/м^3	Удельная объемная энергия взрыва при средней плотности, кДж/кг	Коэффициент взрывной эффективности при плотности ВВ 1000 кг/м^3	Расстояние передачи детонации между патронами, см		Диаметр патронов, мм	Масса патрона, кг	Длина патрона, мм
					Сухие	После выдержки в воде			
Аммонит № 6ЖВ	3561	1000-1100	3917	1,0	5-9	3-6	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал М-10	4410	950-1100	4520	1,15	4	3	32	0,2	250
Детонит М	4316	1000-1200	4963	1,27	8-18	5-15	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонал скальный № 1	4420	1000-1100	4641	1,18	8-14	5-10	32 36	0,2 0,25	250 250
Аммонит АП-5ЖВ	2991	1000-1150	3215	0,82	5-10	2-7	36	0,3	250
Аммонит Т-19	2564	1000-1200	2820	0,72	7-12	4-8	36	0,3	240
Угленит Э-6	1946	1100-1250	2289	0,58	5-12	3-10	36	0,3	240
Угленит 12 ЦБ	1770	1200-1350	2256	0,58	4	2	36	0,3	240
Ионит	1482	1000-1200	1704	0,44	–	–	36	0,3	240
Гранулит М	3163	780-820 (1000-1150)*	3384	0,86					
Гранулит АС-4В	3645	800-850 (1100-1200)*	4192	1,07					
Гранулит АС-8В	3997	800-850 (1100-1200)*	4597	1,17					
Гранулит-игданит	3150	800-850 (1100-1200)*	3760	0,85					

* Плотность при механизированном заряжании

Технические характеристики электродетонаторов, применяемых при проведении горных выработок, приведены в табл. 5.3. Все электродетонаторы являются водоустойчивыми.

Таблица 5.3

Электродетонаторы для шахт и рудников

Тип электродетонаторов	Кол-во серий	Интервалы замедления, мс (с)	Безопасный ток, А	Гарантийный ток, А	Сопротивление, Ом	Примечание
ЭД-8Ж(Э)	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы непредохранительные нормальной чувствительности
ЭД-3-Н	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭД-1-8-Т	1	0	1,0	5,0	0,5-0,75	Электродетонаторы непредохранительные пониженной чувствительности к блуждающим токам
ЭД-3-Т	36	20, 40, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 мс 5,6,7,8,9,10 с				
ЭДКЗ-ОП	1	0	0,2	1,0	1,8-3,6	Электродетонаторы предохранительные нормальной чувствительности
ЭДКЗ-П	5	25, 50, 75, 100, 125 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭДКЗ-ПМ	7	15, 30, 45, 60, 80, 100, 120 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	
ЭД-КЗ-ПКМ	9	4, 20, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200 мс	0,2	1,0	1,8-3,6	

Детонирующие шнуры ДША, ДШВ и ДШЭ-12 и др. применяют при необходимости одновременного взрывания врубовых, нижних подошвенных шпуров, а также в рассредоточенных зарядах с целью передачи детонации всем частям шпурового заряда.

В последние годы на подземных взрывных работах получил широкое распространение новый способ инициирования зарядов ВВ – система неэлектрического взрывания различных модификаций: Нонель (Швеция), СИНВ, Эдилин (Россия) и др.

В табл. 3.4 представлены характеристики систем СИНВ и ДБИ для взрывных работ в рудниках и угольных шахтах, где допущено применение непредохранительных взрывчатых веществ II класса.

Устройства СИНВ-Ш и ДБИ3 служат для трансляции инициирующего сигнала и инициирования боевиков шпуровых зарядов с заданной временной задержкой. В боевике каждого шпурового заряда размещается КД устройства СИНВ-Ш или ДБИ3 заданного интервала замедления.

Таблица 5.4

Характеристики систем неэлектрического инициирования

Устройство	Интервал замедления, мс	Назначение
СИНВ-Ш	0, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	Изготовление патронов-боевиков
ДБИ3	0, 17, 25, 42, 55, 67, 109, 125, 150, 176, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000	

Примечание. Интервалы замедлений приведены при длине ударно-волновой трубки (УВТ) 1 м. Добавление каждого метра длины УВТ увеличивает время замедления на 0,5 мс.

УВТ, выходящие из шпуров, инициируются одновременно от устройств СИНВ-П мгновенного действия (СИНВ-П-0), смонтированных в единую сеть. Длина УВТ стартового устройства (магистральной части сети) выбирается из условия безопасного подрыва и может составлять несколько сот метров.

При проходке подземных выработок обычно применяется следующая схема: УВТ, выходящие из шпуров, собираются в связки (пучки), которые соединяются в единую сеть детонирующим шнуром. Детонирующий шнур обвязывается вокруг связки двойной петлёй. Количество УВТ в одной связке не должно превышать 15 шт. Инициирование сети из детонирующего шнура производится электродетонатором или электрозажигательной трубкой.

5.2.2. Выбор типа вруба и глубины шпуров

Расположение шпуров в забое, величина заходки и показатели взрыва во многом определяются типом вруба. Врубы по характеру действия делятся на две группы:

– врубы с наклонными к оси выработки шпурами – наклонные врубы;

– врубы с параллельными к оси выработки шпурами – прямые врубы.

Тип вруба и глубину шпуров с учетом горнотехнических условий следует принимать по данным табл. 5.5.

Таблица 5.5

Тип вруба и глубина шпуров

Тип буровой техники	Сечение выработки, м^2	
	менее 6	более 6
Переносные перфораторы, ручные электросвёрла и пневмосвёрла	Прямые врубы при глубине шпуров более 1,5 м	Наклонные врубы при глубине шпуров не более (0,35–0,5) ширины выработки; прямые врубы при глубине шпуров до 2–2,5 м
Установки механизированного бурения	–	Прямые врубы с максимально возможной глубиной по технической характеристике машины

Из наклонных врубов наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Другие врубы с наклонными шпурами (пирамидальный, горизонтальный клиновой и его разновидности, веерный и т. д.) не получили достаточно широкого распространения из-за сложности обуривания и узкой рекомендуемой области применения (забои, проводимые по пласту угля при малой его мощности, при наличии слабых прослоек пород по забою, при ярко выраженном контакте слабых пород с более крепкими вмещающими породами и т. д.).

Высокая эффективность врубов с наклонными шпурами и преимущества их по сравнению с прямыми врубами достигаются только при ограниченной глубине шпуров и определенном сечении выработки. При проходке выработок в крепких породах ($f > 12$) с применением вертикального клинового вруба длина заходки не превышает обычно 0,35 ширины выработки (B) из-за технической невозможности бурения врубовых шпуров под углом наклона, обеспечивающим эффективную работу вруба. При глубине шпуров более 0,5 B, применении буровых кареток, а также в выработках малого сечения (менее 6 м^2) наиболее эффективны прямые врубы, глубина которых ограничивается точностью бурения в зависимости от типа буровой техники.

При глубине шпуров, принятой по рекомендациям табл. 5.5, проектную величину КИШ следует принимать равной 0,85-0,95 с учётом крепости горных пород.

5.2.3. Выбор конструкции и параметров врубов

5.2.3.1. Вертикальный клиновой вруб

При ограниченной глубине шпуров (1,2–2,0 м) наибольшее распространение имеет вертикальный клиновой вруб. Параметры вертикального клинового вруба в зависимости от крепости пород применительно к аммониту № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм в шпурах диаметром 42 мм ориентировочно по данным практики можно принять по данным табл. 5.6.

Таблица 5.6

Параметры вертикального клинового вруба

Группа крепости пород по СНиП	Коэффициент крепости пород *f*	Расстояние по вертикали между парами шпуров, мм	Количество шпуров во врубе при сечении выработки ($м^2$)		Угол наклона шпуров к плоскости забоя α, град.
			до 12	более 12	
IV-V	1-6	500	4	4-6	75-70
VI	6-8	450	4-6	6-8	68
VII	8-10	400	6-8	8-10	65
VIII	10-13	350	8-10	10-12	63
IX	13-16	300	10-12	12-14	60
X	16-18	300	10-12	12-14	58
XI	20	250	10-12	12-14	55

При применении другого типа ВВ и изменении диаметра шпуров расстояние между парами врубовых шпуров определяется с учётом поправочного коэффициента по формуле:

$$k = 1{,}25\sqrt{e}\cdot d_з/d, \qquad (5.1)$$

где e – коэффициент взрывной эффективности (см. табл. 5.2),

$d_з$ – диаметр заряда,

d – диаметр заряжаемой полости (шпура или скважины).

С увеличением коэффициента крепости пород (см. табл. 5.6) угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя уменьшается. Поэтому предельную глубину вертикального клинового вруба (рис. 5.1) при бурении шпуров ручными перфораторами в зависимости от коэффициента крепости пород и ширины выработки рекомендуется принимать по табл. 5.7 или по формуле:

$$h_{вр} = 0{,}25B\,\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2} - 0{,}3, \qquad (5.2)$$

где B – ширина выработки, м

α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град. (см. рис. 3.1).

Таблица 5.7

Предельная глубина вертикального клинового вруба $h_{вр}$, м

Ширина выработки, м	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
2,0	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
2,5	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
3,0	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
3,5	2,4	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4
4,0	2,8	2,6	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7
4,5	3,2	2,9	2,5	2,4	2,3	2,0	1,9
5,0	3,5	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2,1

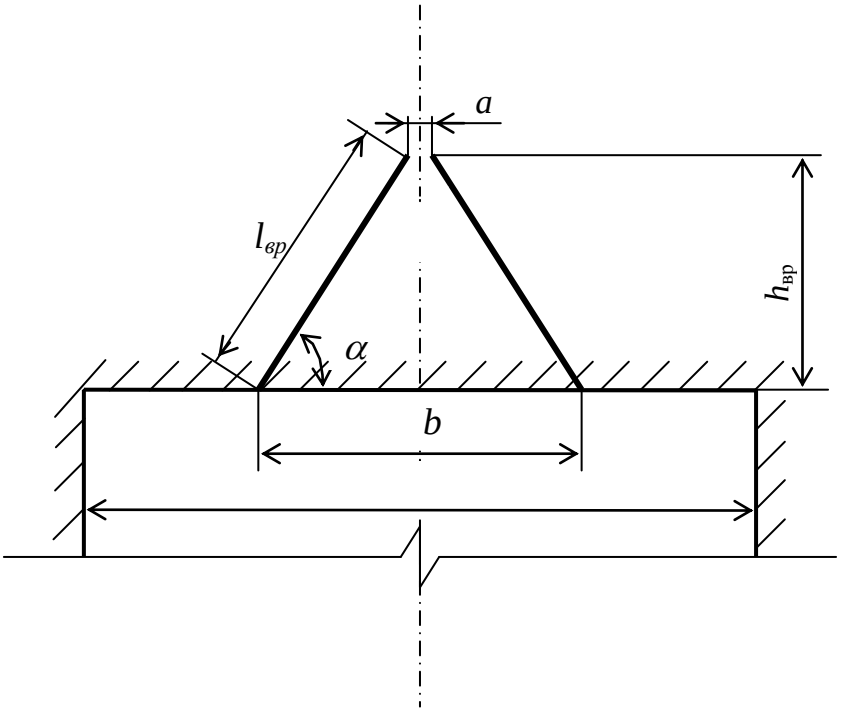


Рис. 5.1. Схема вертикального клинового вруба

Глубину врубовых шпуров следует принимать на 0,1-0,2 м больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров:

$$h_{вр} = h_{шп} + (0{,}1 \div 0{,}2), \qquad (5.3)$$

где $h_{шп}$ – глубина (длина) вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Длину шпуров клинового вруба определяют с учетом угла их наклона:

$$l_{вр} = h_{вр} / \sin \alpha, \qquad (5.4)$$

где α – угол наклона шпуров к плоскости забоя, град.

Расстояние между устьями в паре шпуров клинового вруба определяют по зависимости:

$$b = 2\, h_{вр} / \mathrm{tg}\, \alpha + a, \qquad (5.5)$$

где a – расстояние между забоями пары сходящихся шпуров клинового вруба, м (в зависимости от коэффициента крепости пород a = 0,15-0,2 м).

После расчета основных параметров вруба следует проверить графическим способом техническую возможность обуривания вертикального клинового вруба с учетом принятого бурового оборудования. С этой целью в масштабе 1:20 – 1:50 вычерчивается план забоя (вид сверху) с наложением пары врубовых шпуров и обязательного соблюдения принятого угла наклона шпуров α.

Если ширина выработки не позволяет с учётом габаритов бурильной машины (см. рис. 3.1) обурить рассчитанный вруб, то следует уменьшить глубину врубовых шпуров или принять другой тип вруба. При применении бурильных установок стрела автоподатчика должна свободно размещаться при заданном угле наклона врубовых шпуров между точкой забуривания врубового шпура и стенкой выработки. При бурении переносными перфораторами или ручными электросвёрлами врубовые шпуры могут буриться в 2-3 приёма комплектом штанг различной длины (например: 0,5 м; 1,2 м; 2,0 м).

5.2.3.2. Прямые врубы

Из прямых врубов (рис. 5.2) наиболее широкое распространение получили следующие конструкции: призматический симметричный *а*; щелевой *б*; спиральный *в* и двойной спиральный *г*.

Прямые врубы представляют собой комбинацию параллельных заряженных шпуров, взрыв которых работает на компенсационную полость, создаваемую холостым шпуром (системой холостых шпуров) или скважиной. Взрыв последующих шпуров расширяет врубовую полость до размеров, достаточных для последующей отбойки вспомогательными (отбойными) шпурами с постоянной, предельной для конкретных горнотехнических условий линией сопротивления.

Параметры прямых врубов принимаются в зависимости от конструкции вруба, крепости пород, диаметра компенсационной полости (шпура или скважины, их количества). Наиболее ответственными являются первый шпур или серия шпуров, взрываемых на компенсационную полость. Поэтому для повышения эффективности взрыва целесообразно в качестве компенсационной полости использовать шпур увеличенного диаметра, систему холостых шпуров или скважину.

Расстояние между компенсационной полостью и первым взрываемым шпуром или серией шпуров (пробивное расстояние W_1) рекомендуется принимать для шпуров диаметром 42 мм при использовании аммонита № 6 ЖВ в патронах диаметром 32 мм по табл. 5.8.

При применении другого типа ВВ или другой конструкции заряда пробивное расстояние W_1, определенное по табл. 1.7, умножается на поправочный коэффициент, рассчитанный по формуле (5.1).

Пробивные расстояния W_1 учитывают возможное отклонение шпуров от заданного направления. С увеличением глубины шпуров растет их отклонение, поэтому при глубине шпуров до 2,5 м достаточно принимать диаметр первона-

чальной компенсационной полости не более 50-60 мм; при шпурах глубиной до 3 м – 70-105 мм и при шпурах до 4 м – 105-125 мм, что позволит сохранить КИШ в пределах 0,85-0,9.

Пробивные расстояния для шпуров, взрываемых вторыми и последующими во врубе (W_1, W_2, W_3 и т. д.), принимаются равными 0,8 от ширины (наибольшего размера) ранее образованной врубовой полости.

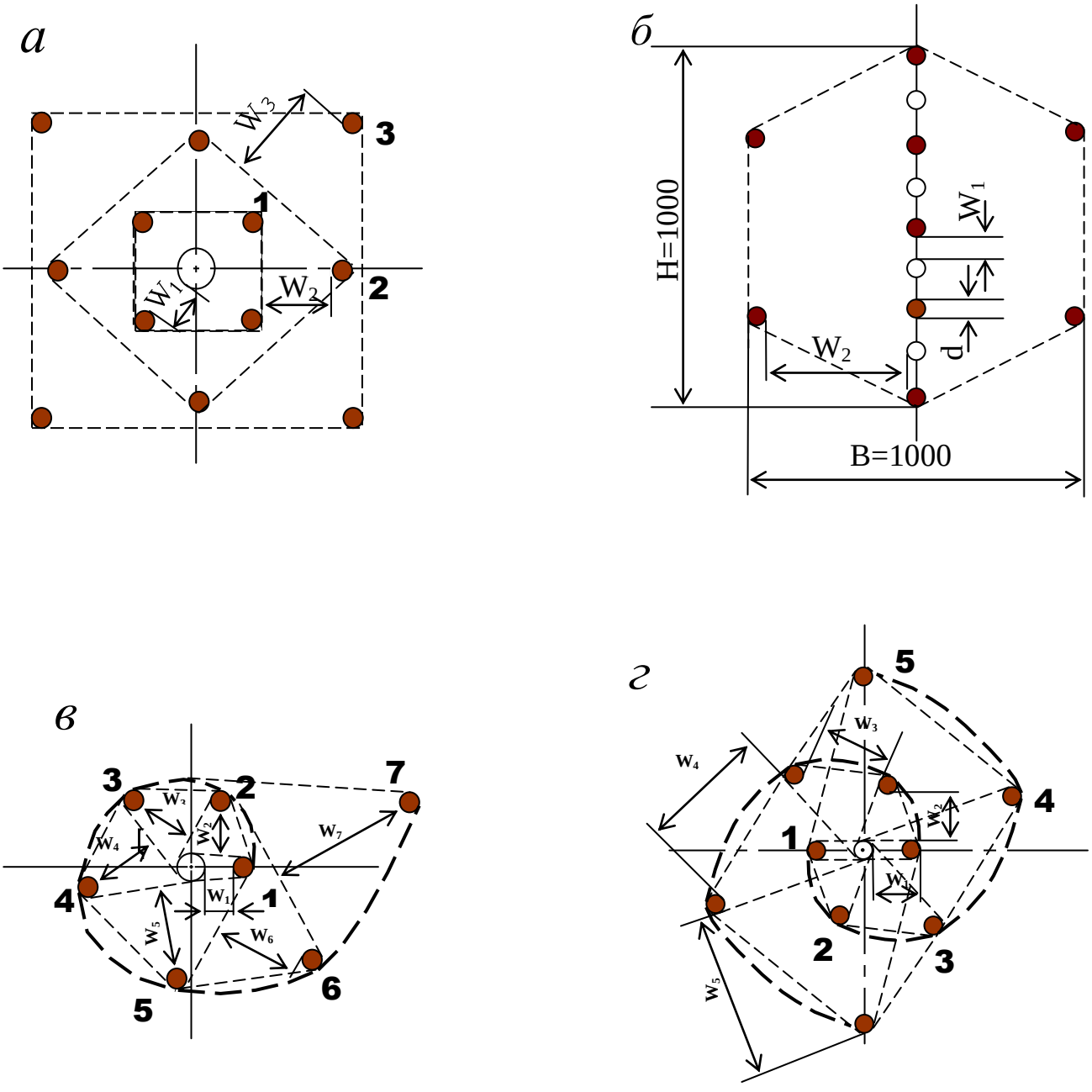


Рис. 5.2. Конструкции прямых врубов:
а – призматический симметричный; *б* – щелевой; *в* – спиральный;
г – двойной спиральный

Таблица 5.8

Пробивные расстояния W_1, мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x, мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	115	100	90	80	60	60	55
51	125	110	100	90	80	70	65
56	150	130	110	95	90	85	75
75	170	150	130	105	100	95	85
105	190	170	150	120	110	105	95
125	230	200	170	140	120	110	100

Например, пробивное расстояние для шпуров спирального вруба, взрываемых вторыми, т. е. на обнаженную поверхность, образованную взрывом первого шпура, определяют по данным табл. 3.9 или по зависимости, мм:

$$W_2 = 0{,}8 \cdot (W_1 + D_x + d), \qquad (5.6)$$

где W_1 – пробивное расстояние для первого шпура (см. табл. 5.7);

D_x – диаметр компенсационной полости (холостого шпура или скважины);

d – диаметр заряженных шпуров.

Пробивные расстояния (W_2, W_3 и т. д.) для любого типа вруба могут быть определены графически путем последовательного построения расширяющейся врубовой полости (см. рис. 5.2) в масштабе 1:5.

Таблица 5.9

Пробивные расстояния W_2, мм

Диаметр холостого шпура или скважины D_x, мм	Коэффициент крепости пород f						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	170	150	140	130	120	115	110
51	180	160	150	140	130	120	115
56	210	180	170	160	150	140	130
75	260	210	200	185	170	150	140
105	300	260	240	215	200	185	175
125	340	300	270	250	230	220	215

Расчёты и построения выполняются до тех пор, пока не образуется врубовая полость размером в пределах от 0,9×0,9 до 1,2×1,2 м. Такой размер врубовой полости является достаточным и позволяет в дальнейшем производить отбойку породы вспомогательными и оконтуривающими шпурами уже с постоянной линией наименьшего сопротивления, которая соответствует предельному пробивному расстоянию шпурового заряда при взрывании его на неограниченную свободную поверхность.

Предельные пробивные расстояния для вспомогательных и оконтуривающих шпуров при их диаметре 42 мм, заряженных аммонитом № 6ЖВ в патронах диаметром 32 мм, приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.10

Предельные пробивные расстояния для вспомогательных и оконтуривающих шпуров, мм

Диаметр шпуров, мм	Коэффициент крепости пород *f*						
	2-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-17	18-20
42	1000-900	800	700	650	600	550	500

Опыт работы и расчёты показывают, что для образования врубовой полости сечением 0,8-1,4 м^2 необходимо принять 8-12 шпуров в зависимости от диаметра компенсационной полости и коэффициента крепости пород.

При применении щелевого вруба пробивное расстояние между заряжаемыми и холостыми шпурами принимается по данным табл. 5.8. Количество заряжаемых $N_з$ и холостых $N_х$ шпуров в щелевом врубе при их одинаковом диаметре определяют по формулам:

$$N_з = \frac{H}{2(W_1 + d)} + 1, \tag{5.7}$$

$$N_x = \frac{H}{2(W_1 + d)}, \tag{5.8}$$

где H – высота вруба, мм;

W_1 – пробивное расстояние, мм;

d – диаметр шпуров, мм.

Щелевой вруб (рис. 5.2, *б*) высотой 1000 мм с последующим расширением полости четырьмя шпурами дает высокие показатели в породах любой крепости и в выработках любого сечения. Пробивное расстояние W_2 для шпуров, взрываемых во вторую очередь, принимается равным 500 мм, а расстояние между шпурами по вертикали 700–800 мм в породах любой крепости.

Могут быть приняты другие конструкции прямых врубов, но принцип расчета их параметров будет аналогичен.

После расчета параметров принятого прямого вруба (пробивных расстояний и числа шпуров во врубе) определяется площадь вруба по забою выработки, что необходимо для определения количества остальных шпуров.

Глубина (длина) холостых и заряжаемых шпуров прямого вруба должна приниматься больше на 10 % по сравнению с глубиной вспомогательных и оконтуривающих шпуров.

При ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по газу или пыли, при определении расстояний между смежными шпурами следует придерживаться дополнительных требований ЕПБ.

Расстояние от заряда ВВ до ближайшей поверхности должно быть не менее 0,5 м по углю и не менее 0,3 м по породе, в том числе и при взрывании зарядов в породном негабарите. В случае применения ВВ VI класса при взрывании по углю это расстояние допускается уменьшать до 0,3 м.

Минимально допустимые расстояния между смежными (взрываемыми последовательно) шпуровыми зарядами должны соответствовать данным табл. 5.11.

В породах с f >10 расстояние между смежными шпуровыми зарядами должно определяться нормативами, разработанными по согласованию с организацией-экспертом по безопасности работ.

Поскольку при применении прямых врубов с незаряжаемыми шпурами (см. рис. 3.2) данные требования, как правило, невыполнимы, то в угольных шахтах, опасных по газу или пыли, применяются прямые врубы, работающие по принципу воронкообразования.

Таблица 5.11

Минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами

Условия взрывания	Класса ВВ			
	II	III-IV	V	VI
По углю	0,6	0,6	0,5	0,4
По породе:				
при f <7	0,5	0,45	0,3	0,25
при f >10	0,4	0,3	–	–

В породах с коэффициентом крепости f < 6 обычно применяется прямой призматический вруб из 4–6 шпуров, которые располагаются по контуру окружности или периметру прямоугольника и взрываются одновременно в один приём. Расстояние между врубовыми шпурами следует принимать в соответствии с рекомендациями табл. 5.11. При проведении выработок в более крепких породах целесообразно использовать двойной призматический вруб из 6–8 шпуров с соблюдением тех же требований, которые взрываются короткозамедленно и последовательно в два приёма.

5.2.4. Определение удельного заряда ВВ

Величина удельного заряда ВВ, т. е. количество ВВ, необходимое для заряжания в шпуры единицы объёма обуренного массива (с учетом эффективного разрушения), зависит от крепости пород, сечения выработки, типа ВВ и условий взрывания (наличия обнажённой поверхности, структуры породы, плотности ВВ при заряжании, типа вруба).

Удельный заряд **при врубах с наклонными шпурами** рекомендуется определять по видоизменённой формуле Н. М. Покровского:

$$q = 0{,}1 \cdot f \cdot f_1 \cdot v / e, \qquad (5.9)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м^3;

f – коэффициент крепости по М. М. Протодьяконову. В породах с $f > 16$ в формуле (5.9) принимать 0,08 вместо 0,1;

f_1 – коэффициент структуры породы;

v – коэффициент зажима породы, зависящий от площади поперечного сечения выработки и количества обнажённых поверхностей;

e – коэффициент взрывной эффективности заряда ВВ.

Коэффициент относительной эффективности заряда ВВ определяется из выражения

$$e = \frac{Q_{\text{ид}} \cdot \rho}{Q_{\text{ид.э}} \cdot \rho_{\text{э}}}, \qquad (5.10)$$

где $Q_{\text{ид}}$, $Q_{\text{ид.э}}$ – идеальная работа взрыва принятого и эталонного ВВ, кДж/кг;

ρ, $\rho_{\text{э}}$ – плотность заряда принятого и эталонного ВВ, кг/м^3.

Необходимые данные для расчета величины e принимают из табл. 5.2. При средней плотности заряда ВВ значение коэффициента взрывной эффективности можно принять из этой же таблицы. В качестве эталонного ВВ в формуле (5.10) и в табл. 5.2 принят аммонит № 6ЖВ.

Значение коэффициента структуры породы f_1 принимается из табл. 5.12.

Таблица 5.12

Коэффициент структуры породы f_1

Характеристика пород	Категория пород	Коэффициент структуры породы f_1
Монолитные, крепкие, вязкие, упругие	I	1,6
Трещиноватые, крепкие	II	1,2-1,4
Массивно-хрупкие	III	1,1
Сильнотрещиноватые, мелкослоистые, большинство пород угольных бассейнов	IV	0,8-0,9

Коэффициент зажима породы при одной обнаженной поверхности в забоях горизонтальных и наклонных выработок определяется из выражения

$$v = \frac{6{,}5}{\sqrt{S_{\text{вч}}}}, \qquad (5.11)$$

где $S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения вчерне, м^2.

При двух обнаженных поверхностях коэффициент зажима принимается в пределах v = 1,1–1,4 (меньшие значения – для больших сечений выработок).

При щелевом врубе на полную высоту выработки для определения удельного заряда для шпуров по забою, кроме врубовых, в формуле (5.9) следует принимать коэффициент зажима породы v = 1,4.

Прямые (дробящие) врубы требуют повышенного удельного заряда ВВ. По формуле (5.9) при применении прямых врубов определяют удельный заряд только для вспомогательных и оконтуривающих шпуров с коэффициентом зажима породы v = 1,1–1,4.

5.2.5. Выбор диаметра шпура

Диаметр шпуров выбирается в зависимости от стандартного диаметра патрона принятого типа ВВ. В табл. 5.2 указаны стандартные диаметры патронов промышленных ВВ. При выпуске ВВ в патронах различных диаметров следует принимать диаметр патрона с учётом сечения выработки и типа буровой техники. При использовании мощных бурильных машин и при больших сечениях выработки принимают патроны с большим диаметром или механизированное заряжание гранулированными ВВ.

При применении метода контурного взрывания в оконтуривающих шпурах следует уменьшить линейную плотность заряжания. С этой целью рекомендуется применять, например, специальные патроны типа ЗКВК из аммонита № 6ЖВ диаметром 26 мм длиной 360 мм в полиэтиленовых оболочках. Эти патроны имеют соединительные муфты с лепестками, позволяющими стыковать их и центрировать по оси шпура с созданием воздушного промежутка между патронами и стенками шпура.

Диаметр шпуров при использовании патронированных ВВ принимается не менее чем на 5 мм больше диаметра патрона. При применении машин ударного-поворотного и вращательного-ударного бурения и патронированных ВВ диаметр шпуров обычно составляет 38–42 мм. При механизированном заряжании шпуров гранулированными ВВ в горнорудной промышленности диаметр шпуров принимается в пределах от 38 до 52 мм в зависимости от сечения выработки, детонационной способности ВВ и взрываемости пород.

При бурении по углю и породам угольной формации используются шпуры диаметром 37–46 мм.

5.2.6. Определение количества шпуров

Количество шпуров в забое зависит от физико-механических свойств пород, поперечного сечения выработки, параметров зарядов и типа принятого вруба.

Количество шпуров на забой **при врубах с наклонными шпурами** определяют по формуле проф. Н. М. Покровского

$$N = q \cdot S_{вч} / \gamma, \qquad (5.12)$$

где q – удельный заряд ВВ, определяемый по формуле (1.9), кг/м^3;

$S_{вч}$ – площадь сечения выработки вчерне, м^2;

γ – весовое количество ВВ (вместимость), приходящееся на 1 м шпура, кг/м.

$$\gamma = 3{,}14\, d^{\,2} \rho \alpha / 4, \qquad (5.13)$$

где d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), м;

ρ – плотность ВВ в заряде, кг/м^3;

α – коэффициент заполнения шпуров.

При ручном заряжании без уплотнения ВВ в шпуре используется параметр «диаметр патрона», а параметр «диаметр шпура» – при уплотнении патронов вручную с разрезанием оболочки или при механизированном заряжании.

При разрезании оболочки патронов плотность ВВ в шпуре принимается равной 0,9 от плотности ВВ в патроне (см. табл. 5.2). При механизированном заряжании шпуров гранулированными ВВ плотность ВВ в шпуре составляет 1150–1200 кг/м^3.

Коэффициент заполнения шпуров в выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, проходимых в крепких породах, принимается максимальным (0,7-0,9).

В выработках шахт, опасных по газу или пыли и в породах с f = 2-8 – коэффициент заполнения принимается 0,35-0,55; в более крепких породах – 0,5-0,6. При этом при ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, величина забойки должна быть не менее 0,5 м.

Во всех случаях с увеличением длины шпуров коэффициент заполнения шпуров увеличивается.

Полученное по формуле (5.12) количество шпуров является ориентировочным (см. табл. 5.13) и может быть изменено при необходимости на 10–15 %. Окончательно число шпуров принимается после вычерчивания схемы расположения шпуров в сечении выработки (рекомендуемый масштаб – 1:50-1:20), и только затем возобновляется расчёт.

Таблица 5.13

Ориентировочное количество шпуров на забой в зависимости от коэффициента крепости пород и сечения выработок

Коэффициент крепости пород f	Сечение выработки вчерне, м^2						
	4	6	8	10	12	14	16
2-4	8-11	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	35-42
5-7	12-16	17-21	22-27	28-33	34-38	39-42	43-46
8-10	16-20	21-26	27-32	33-37	38-42	42-46	47-50
12-14	20-24	26-30	32-36	37-42	42-46	46-50	50-54
более 14	26-28	32-36	36-40	44-48	48-52	52-54	56-60

При вычерчивании схемы расположения шпуров при любом типе вруба среднее расстояние между рядами вспомогательных шпуров, между вспомогательными и оконтуривающими и между шпурами в рядах должно быть примерно одинаковым и приниматься в соответствии с рекомендациями табл. 1.10 или определяться из выражения

$$a = \sqrt{\frac{S_{вч} - S_{вр}}{N - N_{вр}}}, \qquad (5.14)$$

где $S_{вч}$ – площадь сечения выработки вчерне, м^2;

$S_{вр}$ – площадь сечения врубовой полости (для вертикального клинового вруба принимается равной половине площади прямоугольника, образованного устьями врубовых шпуров на плоскости забоя), м^2;

N, $N_{вр}$ – общее число на забой и число врубовых шпуров.

Оконтуривающие шпуры располагают с наклоном 85–87^o к плоскости забоя с таким расчетом, чтобы их концы вышли за проектный контур сечения выработки вчерне только за линией уходки. Забуриваются оконтуривающие шпуры на минимальном расстоянии (150–200 мм) от проектного контура выработки с учётом принятой буровой техники.

При применении прямых врубов количество шпуров определяется по формуле

$$N = N_{вр} + q\cdot(S_{вч}–S_{вр})/\gamma, \qquad (5.15)$$

где $N_{вр}$ – количество врубовых шпуров (см. раздел 1.2.3.2);

$S_{вр}$ – площадь поперечного сечения прямого вруба, м^2.

При контурном взрывании число оконтуривающих шпуров необходимо увеличивать. При этом параметры зарядов в оконтуривающих шпурах (удельный заряд, расстояние между шпурами и др.) рассчитываются по специальным методикам ([3] и др.).

3.2.7. Определение расхода взрывчатых материалов

Количество ВВ (кг) на цикл при **врубах с наклонными шпурами**

$$Q = q \cdot S_{вч} \cdot l_{шп}, \qquad (5.16)$$

где $l_{шп}$ – глубина заходки, равная глубине вспомогательных и оконтуривающих шпуров, м.

Средняя величина заряда (кг) на один шпур

$$q'_{ср} = Q / N. \qquad (3.17)$$

Количество ВВ (кг) на цикл **при врубах с прямыми шпурами** (кг)

$$Q = Q_{вр} + q \cdot(S_{вч} – S_{вр}) \cdot l_{шп}, \qquad (5.18)$$

где $Q_{вр}$ – количество ВВ во врубовых шпурах, принимается как сумма зарядов врубовых шпуров. Величина заряда (кг) во врубовый шпур принимается

$$q'_{вр} = 0{,}785 \cdot d^2 \cdot \rho \cdot \alpha \cdot l_{вр}, \qquad (5.19)$$

где d – диаметр патрона ВВ или шпура, в зависимости от способа заряжания, м;

ρ – плотность ВВ в заряде, кг/м^3;

α – коэффициент заполнения врубового шпура, 0,7-0,95 (в зависимости от длины шпуров и крепости пород);

$l_{вр}$ – длина врубовых шпуров, м (принимается на 10 % больше длины вспомогательных и оконтуривающих шпуров).

Средняя величина заряда (кг) на один вспомогательный и оконтуривающий шпур **при прямых врубах**

$$q''_{ср} = \frac{q \cdot (S_{вч} - S_{вр}) \cdot l_{шп}}{N - N_{вр}} . \quad (5.20)$$

При распределении ВВ по шпурам величину заряда во врубовые шпуры **при наклонных врубах** следует принимать на 10-20 % больше средней величины $q'_{ср}$ (кг)

$$q^*_{вр} = (1{,}1 \div 1{,}2)\, q'_{ср}. \quad (5.21)$$

В оконтуривающих шпурах, кроме почвенных, при любых типах врубов величину заряда следует уменьшать на 10-20 % по сравнению со средней величиной $q'_{ср}$ (кг)

$$q^*_{ок} = (0{,}9 \div 0{,}8)\, q'_{ср}. \quad (5.22)$$

Обычно в практике взрывных работ величина заряда во вспомогательных шпурах принимается равной средней величине заряда в шпурах $q'_{ср}$:

$$q^*_{всп} = q'_{ср}. \quad (5.23)$$

Полученные величины зарядов во врубовых, вспомогательных и оконтуривающих шпурах при ручном заряжании патронированными ВВ принимают **кратными массе патронов ВВ.**

При механизированном заряжании заряд ВВ в шпуре состоит из патрона-боевика (0,2 или 0,25 кг) и собственно заряда гранулированного ВВ, масса которого принимается кратной 0,1 кг.

После определения величин зарядов ВВ в шпурах каждой группы следует проверить возможность размещения их в шпурах, учитывая длину и массу патронов, а также линейную плотность заряжания при применении гранулированных ВВ.

Фактический расход ВВ (кг) на цикл

$$Q_ф = \sum q^*_{вр} + \sum q^*_{всп} + \sum q^*_{ок}. \quad (5.24)$$

Расход ВВ (кг) на погонный метр выработки

$$Q_м = Q_ф / (l_{шп}\, \eta)\,, \quad (5.25)$$

где η – КИШ (принимается равным 0,85-0,95 в зависимости от крепости пород).

Объём горной массы за взрыв

$$Q_{гм} = S_{пр}\, l_{шп}\, \eta, \quad (5.26)$$

где $S_{пр} = S_{вч} \cdot КИС$ – сечение выработки в проходке, м^2, которое следует определять в соответствии с рекомендациями таблицы 5.14.

Удельный расход ВВ (кг) на 1 м^3 взорванной породы

$$q_р = Q_ф / Q_{гм}. \quad (5.27)$$

Таблица 5.14

Допустимое нормативное увеличение (в %) поперечного сечения горизонтальных горных выработок при проходке буровзрывным способом

Поперечное сечение горных выработок вчерне (по проекту), м^2	Коэффициент крепости пород f		
	1–2	2–9	10–20
до 8	5*	10	12
от 8 до 15	4	8	10
более 15	3	5	7

*Коэффициент излишка сечения: КИС = 1 + Δ = 1 + 5/100 = 1,05.

Расход ЭД, КД (систем неэлектрического взрывания) определяется по числу взрываемых зарядов.

Расход ЭД, КД на 1 метр выработки:

$$N_м = N_{кд} /(l_{шп}\, \eta). \quad (5.28)$$

Удельный расход ЭД, КД на 1 м^3 взорванной породы:

$$N_р = N_{кд} /(S_{пр}\, l_{шп}\, \eta). \quad (5.29)$$

Заводы-изготовители производят неэлектрические системы инициирования с длинами волноводов, определяемыми заказами потребителей.

Длина УВТ ориентировочно определяется по формуле:

$$L_{увт} = l_{шт} + B / 4 + 0{,}5, \quad (5.30)$$

где B – ширина выработки, м;

0,5 –длина УВТ для сборки пучков, м.

5.3 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ СЕТИ

При расчете электровзрывной сети определяют её сопротивление и сопротивление её отдельных ветвей. Для проверки обеспечения безотказности взрывания всех электродетонаторов, включённых в сеть, при известном напряжении (принятом источнике тока) выполняется проверочный расчет, при котором определяют общую величину тока в сети и величину тока, поступающего в каждый электродетонатор.

Если необходимо выбрать источник тока, определяют общее сопротивление сети и минимальную силу тока в цепи, обеспечивающую безотказное взры-

вание всех электродетонаторов, после чего находят необходимое напряжение и подбирают источник тока (табл. 5.15).

Сопротивление магистральных и соединительных проводов, а также участковых, если они имеются при конкретной схеме взрывания, принимается по табличным данным или вычисляется по формуле

$$R = \rho\,(l/S), \qquad (5.31)$$

где R – сопротивление проводов, Ом;

ρ – удельное сопротивление материала проводов, которое принимается для медных проводов $0{,}0172\cdot10^{-6}$, для алюминиевых $0{,}0286\cdot10^{-6}$ и для стальных $0{,}12\cdot10^{-6}$ Ом·м;

l – длина проводов, м. Длину проводов принимают на 10 % больше расчётной, учитывая изгибы и сростки;

S – сечение проводов, м^2.

Сопротивление электродетонаторов при расчёте сети принимается по табличным данным с учётом длины выводных проводов (см. табл. 5.3). Сопротивление электродетонаторов нормальной чувствительности в зависимости от длины выводных медных проводов с диаметром жилы 0,5 мм составляет от 1,8 до 3,6 Ом. При расчёте величину сопротивления электродетонаторов нормальной чувствительности обычно принимают равной 3 Ом.

Таблица 5.15

Взрывные приборы и машинки

Наименование прибора (исполнение)	Напряжение, В	Масса, кг	Максимальное сопротивление электровзрывной сети, Ом	Назначение и область применения
Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М (РВ) КВП-2/200М (РН)	 600 1700	 2 2,5	 320 1700	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по взрыву газа или пыли
Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М (РВ)	610	2,7	320	
Конденсаторная взрывная машинка КПМ-3 (РН)	1600	3,0	200	Взрывание ЭД нормальной чувствительности на поверхности и в шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли

При электрическом способе взрывания в каждый электродетонатор нормальной чувствительности должен поступать постоянный гарантийный ток силой не менее $I_{гар}$ = 1 А при числе ЭД до 100 штук и не менее $I_{гар}$ = 1,3 А при числе ЭД более 100 штук, или переменный ток силой не менее $I_{гар}$ = 2,5 А.

Для электродетонаторов пониженной чувствительности к блуждающим токам (ЭД-1-8-Т, ЭД-1-3-Т) гарантийный ток следует принимать не менее 5 А.

Проверочный расчёт электровзрывной сети производится по следующим формулам в зависимости от схемы соединения:

а) при последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn}, \quad i = I \geq I_{\text{гар}}, \tag{5.32}$$

б) при параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + r/n}, \quad i = I/n \geq I_{\text{гар}}, \tag{5.33}$$

в) при смешанном последовательно-параллельном соединении

$$I = \frac{E}{R + rn/m}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \tag{5.34}$$

г) при смешанном параллельно-последовательном соединении

$$I = \frac{E}{R + rm/n}, \quad i = I/m \geq I_{\text{гар}}, \tag{5.35}$$

где I – сила тока в электровзрывной сети, А;

E – электродвижущая сила источника тока или напряжение на клеммах, В;

R – сопротивление всех проводов (магистральных, соединительных, участковых) и внутреннее сопротивление источника, Ом;

n – число последовательно соединённых электродетонаторов в сети или группе;

m – число параллельно включённых групп электродетонаторов при смешанном соединении;

i – сила тока, поступающего в каждый электродетонатор, А;

$I_{\text{гар}}$ – гарантийная сила тока, необходимая для безотказного взрывания электродетонаторов, А;

r – сопротивление электродетонатора, Ом.

При проведении горизонтальных выработок обычно применяется последовательная схема соединения электродетонаторов во взрывной сети. В этом случае общее сопротивление взрывной сети можно определить по формуле:

$$R_{\text{общ}} = r_{\text{п}} + r_{\text{с}}L_{\text{с}} + r_{\text{м}}L_{\text{м}}, \tag{5.36}$$

где $r_{\text{с}}$, $r_{\text{м}}$ – сопротивление соответственно 1 м соединительных и магистральных проводов, Ом (принимается по данным табл. 3.16 или рассчитывается по формуле (5.31));

$L_{\text{с}}$, $L_{\text{м}}$ – длина соответственно соединительных и магистральных проводов, м.

Таблица 5.16

Характеристики проводов для электровзрывания

Обозначение	Назначение	Диаметр жилы, мм	Площадь сечения, мм^2	Сопротивление 1 м провода, Ом/м
ВП-05	соединительные	0,5	0,196	0,090
ВП-08	магистральные	0,8	0,502	0,034
ВП-07х2	магистральные	0,7х2	0,769	0,024

Магистральные провода (постоянная взрывная магистраль) подключаются обычно на расстоянии не ближе 30 м от забоя и могут отставать от места взрыва не более чем на 100 м. Место укрытия взрывника при проходке горизонтальных выработок должно находиться не ближе 150 м от забоя. Электровзрывная сеть должна быть двухпроводной.

В шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, должны применяться электродетонаторы только с медными проводами. Это требование также распространяется на соединительные и магистральные провода (кабели) электровзрывной сети.

Если проверочный расчет показывает неприменимость последовательной схемы соединения электродетонаторов (ввиду того, что $i < I_{\text{гар}}$), следует принимать последовательно-параллельную схему соединения. Тогда число последовательно включённых электродетонаторов в сети или группе и число групп, включённых параллельно, определяют по формулам

$$n = \frac{E}{2I_{\text{гар}} + R}, \tag{5.37}$$

$$m = \frac{E}{2I_{\text{гар}} + r}. \tag{5.38}$$

Если общее число электродетонаторов, подлежащих взрыванию, равно $M = n \cdot m$, то, определив один из множителей, вычисляют другой.

5.4 ВЫБОР БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тип бурильной машины выбирается в зависимости от коэффициента крепости горных пород, глубины шпуров и необходимой производительности машины при выполняемом объёме буровых работ.

Бурение шпуров производится ручными, колонковыми электро- и пневмосвёрлами, переносными перфораторами и бурильными установками.

Выбор типа бурильной машины и установочного приспособления в зависимости от крепости пород ориентировочно можно производить по табл. 3.1.

Ручные электросвёрла ЭР14Д-2М, ЭР18Д-2М, СЭР-19М применяются для бурения шпуров диаметром 36-44 мм и глубиной до 3 м по углю и породам с коэффициентом крепости до 4.

При бурении по крепким углям и породам средней крепости применяются электросвёрла ЭРП18Д-2М и СРП-1 с принудительной подачей.

Ручные пневматические свёрла СР-3, СР-3М, СПР-8 применяются на шахтах, опасных по газу или пыли, для бурения шпуров диаметром 36 мм и глубиной до 3 м при проведении выработок по углю и породам с коэффициентом крепости до 4. Сверло СГ-3Б с применением пневмоподдержки применяются для бурения шпуров в породах с коэффициентом крепости до 6.

При проведении горизонтальных и наклонных выработок при бурении шпуров диаметром 40-46 мм и глубиной до 5 м в крепких и средней крепости с коэффициентом более 5 применяют переносные перфораторы ПП36В, ПП54В, ПП54ВБ, ПП63В, ПП63ВБ, ПП63П, ПП63С, ПП63СВП массой 24-33 кг с энергией удара от 36 до 63 Дж. Обычно глубина шпуров при бурении переносными перфораторами составляет 1,5-2,5 м.

Таблица 5.17

Область применения бурильных машин и установочных приспособлений

Коэффициент крепости пород	Тип бурильных машин и установочных приспособлений
1,5–3	Ручные электросвёрла и пневмосвёрла, лёгкие перфораторы на пневмоподдержках
4–6	Бурильные установки вращательного действия, перфораторы лёгкого и среднего веса на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
7–9	Бурильные установки вращательно-ударного действия, перфораторы среднего веса и тяжёлые на пневмоподдержках, колонковые или длинноходовые электросвёрла на манипуляторах
10–20	Бурильные установки вращательно-ударного действия, тяжёлые перфораторы на пневмоподдержках, колонковые перфораторы на распорных колонках или манипуляторах

Телескопные перфораторы ПТ-29М, ПТ36М, ПТ38, ПТ48 применяются при проведении восстающих выработок и для бурения шпуров в крепких породах под анкерную (штанговую) крепь.

Для облегчения труда бурильщиков и повышения скорости бурения применяются колонковые электросвёрла, электросвёрла на манипуляторах и колонковые перфораторы.

Колонковые электросвёрла применяются при бурении шпуров диаметром 36-50 мм в породах с коэффициентом крепости 5-10. Промышленностью выпускаются колонковые электросвёрла ЭБГП-1, ЭБГП-2У5, которые устанавливаются на распорных колонках или на манипуляторах бурильных установок.

Съёмные бурильные машины типа БУЭ вращательного действия применяют на бурильных установках при бурении шпуров диаметром 42 мм, длиной до 3 м в породах с f <8.

Колонковые перфораторы, более мощные чем ручные, применяются для бурения шпуров с колонок, манипуляторов и буровых кареток при проведении выработок в крепких и очень крепких породах.

В горнодобывающей промышленности применяют колонковые перфораторы ПК-50, ПК-65, ПК-75, ПК-120, ПК-150. Применение колонковых перфораторов и электросвёрл на распорных колонках при проходке выработок ограничено из-за значительных затрат времени на монтаж, демонтаж и переустановку колонок. Поэтому чистое время бурения составляет 20-35 % от общих затрат времени на бурения шпуров.

Механизированное бурение шпуров производят бурильными установками (каретками) и навесным оборудованием, смонтированным на погрузочных машинах.

Отечественной промышленностью выпускаются бурильные установки (каретки) вращательного бурения с колонковыми электросверлами БУЭ-1м, БУЭ-2, вращательно-ударного и ударно-поворотного бурения БУ-1, БУР-2, СБУ-2м, СБУ-2К, УБШ.

В угольной промышленности наибольшее распространение получили установки БУ-1, БУР-2, БУЭ-1 и БУЭ-2. С использованием этих установок проводят около 50 % выработок.

Установки вращательного бурения применяют при проведении выработок в породах с f < 8; ударно вращательного действия с машинами БГА-1 в породах с f = 6-10, с машинами БГА-1М, БГА-2М в породах с f = 10-14; ударно-поворотного действия в породах с f = 10-20.

Технические характеристики бурильных установок приведены в табл. 5.2 – 5.3.

При определении бурильного оборудования следует принимать один перфоратор (сверло) не менее чем на 2 м^2 площади забоя горизонтальной или наклонной выработки; на каждые три рабочие машины одну резервную.

Одну бурильную установку принимают не менее чем на 9 м^2 площади забоя горизонтальной выработки. На каждую работающую в забое установку – рабочий и резервный комплекты инструмента.

Таблица 5.18

Характеристики отечественных бурильных установок для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок

Характеристики	Тип бурильной установки					
	УБШ-204 (БУЭ-1М)	УБШ-214А	УБШ-308У (1СБУ-2)	УБШ-303 (1БУР-2)	УБШ-254	УБШ-332Д
Коэффициент крепости пород f	4-8	4-16	8-14	4-16	8-14	8-14
Диаметр шпуров, мм	42	42-52	42-52	42-52	42-52	42-52
Длина шпуров, м	2,75	2,75	2,8	2,8	2,4	3,0

Зона бурения, м^2		6-12	4,2-12	до 20	до 20	до 12	8-22
Бурильная машина	тип	БУЭ	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	М2 (БГА-2М)	«Норит-1» (гидравл.)	М2 (БГА-2М)
	кол-во	1	1	2	2	1	2
Тип платформы		рельс.	рельс.	гусен.	рельс.	гусен.	пневм.
Размеры (м) в транспортном положении: длина		8,2	6,0	7,8	7,1	7,2	11,0
ширина		1,3	1,0	1,6	1,15	1,4	1,75
высота		0,9	1,5	1,7	1,65	1,8	2,3
Масса, т		5,4	4	8,6	5	7,2	12

Таблица 5.19

Характеристики зарубежных бурильных установок для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок

Характеристики		Тип бурильной установки				
		Minimatic 205-40	Mini 206-60	Paramatic 305-60	Rocket Bomer 104S	Rocket Bomer 282S
Коэффициент крепости пород *f*		8-20	8-20	8-20	8-20	8-20
Диаметр шпуров, мм		32-50	32-50	32-50	32-50	32-50
Длина шпуров, м		3,4	3,4	3,4	4,0	4,0
Высота обуривания, м		6,0	6,4	7,1	4,7	6,3
Ширина обуривания, м		8,8	9,8	10,4	4,7	8,7
Зона бурения, м^2		8-49	8-60	12-68	до 20	до 45
Бурильная машина	тип	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	HL 510S-45 гидравл.	COP 1838 ME пневмат.	COP 1838 ME пневмат.
	кол-во	2	2	3	1	2
Тип платформы		пневм.	пневм.	пневм.	пневм.	пневм.
Размеры (м) в транспортном положении: длина		12,3	12,7	5,3	9,8	12,1
ширина		1,98	2,24	2,5	2,0	2,0
высота		2,35	2,35	2,8	2,6	3,1
Масса, т		19	20	36	14	18

При применении бурильных установок глубина шпуров изменяется от 2 до 3,75 м. В этом случае необходимо использование прямых врубов, так как обуривание вертикального клинового вруба в большинстве случаев технически неосуществимо из-за невозможности соблюдения требуемого угла наклона врубовых шпуров.

При ручном бурении шпуров площадь забоя, приходящаяся на одну бурильную машину, изменяется в широких пределах – от 2 до 5 м^2.

5.5. СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

На основании выполненных расчетов составляется паспорт буровзрывных работ, который включает в себя: характеристику выработки; характеристику пород; схему расположения шпуров в трёх проекциях; наименования ВМ; способ взрывания; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов, последовательности и количестве приёмов взрывания зарядов, материале забойке и её длине, длинах ударно-волновых трубок систем неэлектрического взрывания; схему монтажа взрывной (электровзрывной) сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоя.

Дополнительно указывается величина радиуса опасной зоны, места укрытий взрывника и рабочих, установки постов охраны и предупредительных знаков.

В шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

Пример оформления графической части:

Паспорт
буровзрывных работ на проведение

_____

(*наименование выработки*)

1. Характеристика выработки

1.1. Форма сечения выработки _____

1.2. Площадь поперечного сечения выработки вчерне, м^2 _____

1.3. Размеры сечения выработки - высота, м _____

- ширина, м _____

1.4. Категория шахты по газу или пыли _____

2. Характеристика пород

2.1. Наименование пород _____

2.2. Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодьяконова _____

2.3. Трещиноватость пород _____

2.4. Обводнённость пород _____

3. Исходные данные

3.1. Наименование ВВ и средств инициирования _____

3.2. Способ взрывания _____

3.3. Диаметры - шпуров, мм _____

- патронов, мм _____

3.4. Тип вруба _____

3.5. Материал забойки _____

3.6. Схема соединения электродетонаторов _____

3.7. Источник электрического тока _____

4. Расчётные данные по шпурам

№№ шпуров	Наименование шпуров по назначению	Глубина шпуров, м	Угол наклона шпуров, град.	Расстояние между шпурами, м	Величина заряда в шпуре, кг	Длина заряда, м	Длина забойки в шпуре, м	Очередность взрывания, интервал замедления, мс	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Схема расположения шпуров

Схема расположения вычерчивается в масштабе 1:50 или 1:20 в трёх проекциях (см. Приложение 3). При применении прямых врубов дополнительно в масштабе 1:20 или 1:10 приводится схема вруба.

6. Конструкции зарядов

В схемах конструкций врубовых, вспомогательных (отбойных) и оконтуривающих зарядов указывается место установки патронов-боевиков, количество патронов, длина заряда и забойки.

7. Основные показатели буровзрывных работ

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Количество
1	Коэффициент использования шпуров	-	
2	Подвигание забоя за взрыв	-	
3	Объём горной массы за взрыв	$м^3$	
4	Количество шпуров на цикл	шт.	
5	Количество шпурометров на цикл	м	
6	Количество шпурометров на 1 погонный метр выработки	м шп./м	
7	Количество шпурометров на 1 $м^3$ взорванной породы	м шп./$м^3$	
8	Расход ВВ на цикл	кг	
9	Расход ВВ на 1 метр выработки	кг/м	
10	Расход ВВ на 1 $м^3$ взорванной породы	кг/$м^3$	
11	Расход средств инициирования на цикл: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	 шт. шт. м	
12	Расход средств инициирования на 1 метр выработки: ЭД КД (СИНВ-Ш) детонирующего шнура	 шт. шт. м	

8. Меры безопасности

8.1. Место укрытия взрывника и рабочих на момент взрыва_____

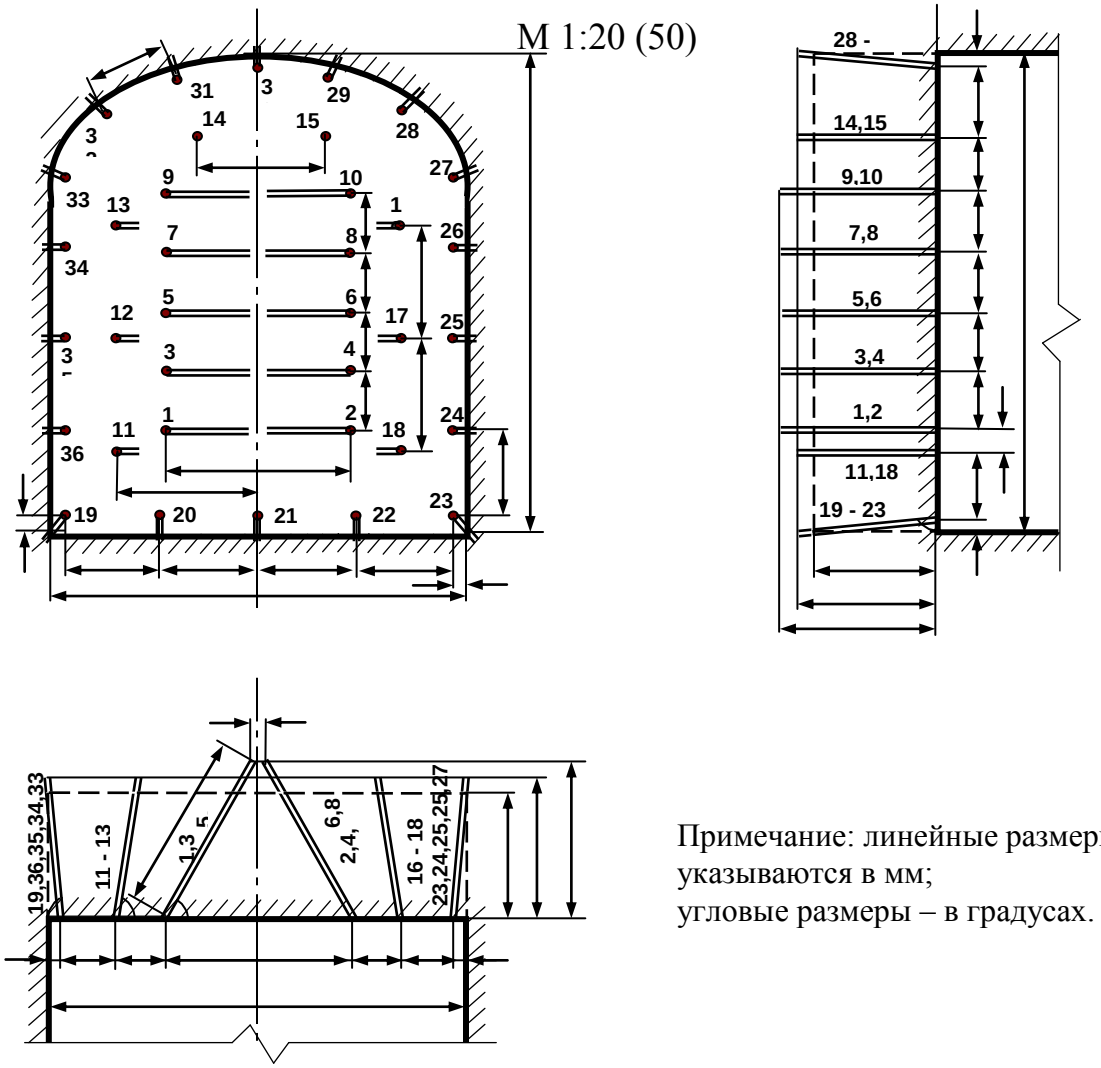
8.2. Место выставления постов_____

8.3. Время проветривания после взрыва_____

8.4. Мероприятия по подавлению пыли_____

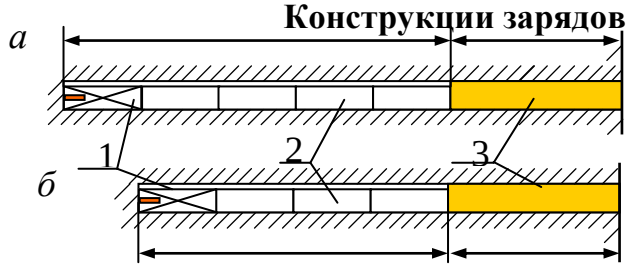
8.5. Другие дополнительные меры безопасности_____

Схема расположения шпуров



Примечание: линейные размеры
указываются в мм;
угловые размеры – в градусах.

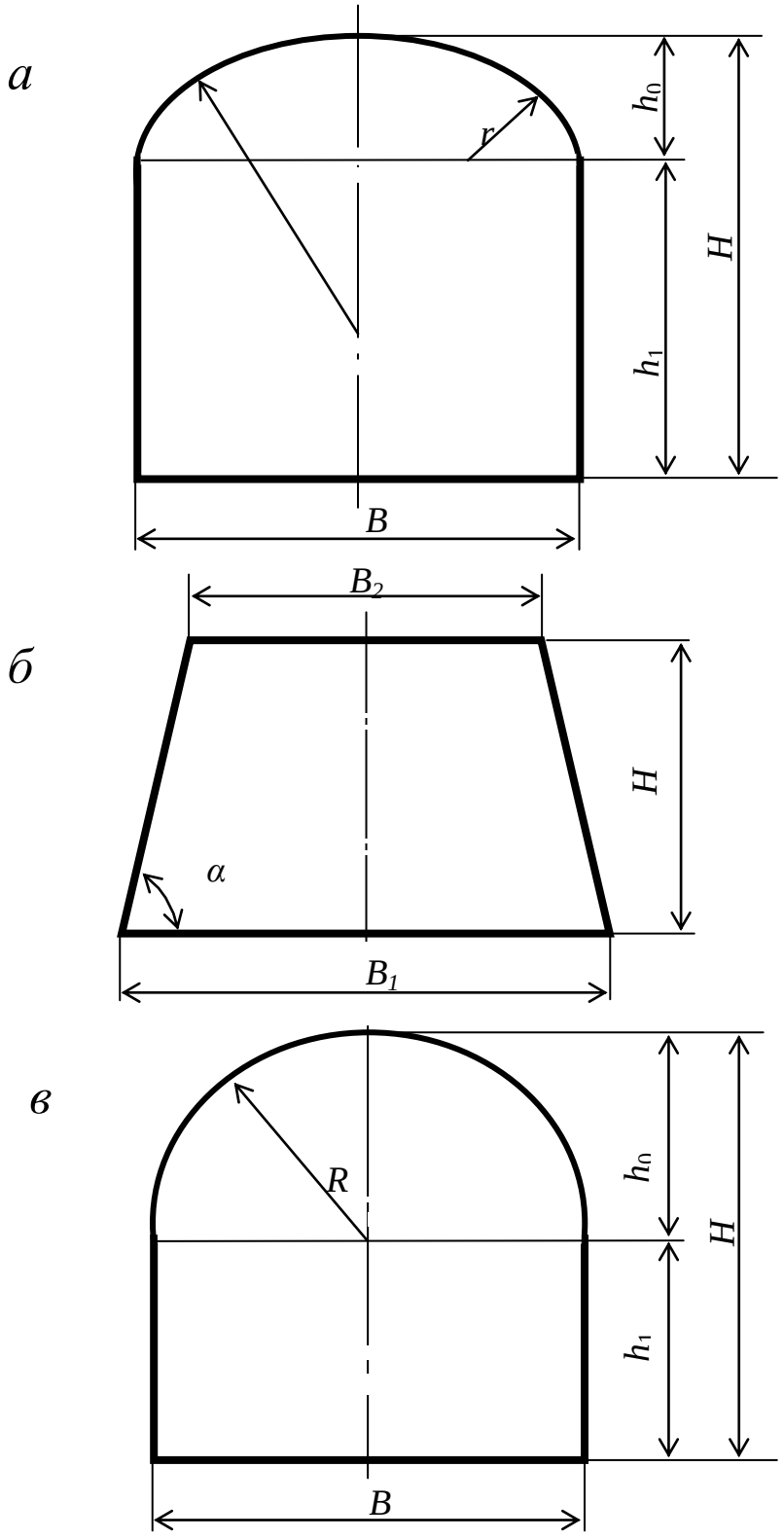
Конструкции зарядов



а – врубовые шпуры;
б – вспомогательные (отбойные) и оконтуривающие шпуры;
1 – патрон-боевик (аммонит № 6ЖВ);
2 – патроны ВВ (аммонит № 6ЖВ);
3 – забойка (песчано-глиняная, водяная)

Примечание. В шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли, допускается взрывание зарядов без забойки (устанавливается руководителем предприятия и указывается в паспорте БВР).

Формы поперечного сечения горизонтальных выработок



$h_0 = B / 3$;
$h_1 = B - h_0$;
$R = 0{,}694\ B$;
$R = 0{,}262\ B$.

$$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{2H}{B_1 - B_2}$$

Рис. П4.1. Формы поперечного сечения горизонтальных выработок:
а – сводчатая с трёхциркульным (коробовым) сводом;
б – трапецевидная;
в – арочная с полуциркульным сводом

Формулы для вычисления площади поперечного сечения и периметра выработок:

Форма поперечного сечения выработки	Площадь поперечного сечения	Периметр
Сводчатая с коробовым сводом	$B \cdot (h_1 + 0{,}26 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2{,}33 \cdot B$
Трапециевидная	$\frac{B_1 + B_2}{2} \cdot H$	$B_1 + B_2 + \frac{2H}{\cos \alpha}$
Арочная с полуциркульным сводом	$B \cdot (h_1 + 0{,}39 \cdot B)$	$2 \cdot h_1 + 2{,}57 \cdot B$

Рекомендуемая литература

1. Корнилков М.В. Разрушение горных пород взрывом: конспект лекций. - Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. - 202 с.

2. Латышев О.Г., Петрушин А.Г., Азанов М.А. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие. - Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. - 221 с.

3. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник. – М.: Изд. МГГУ, 2007. – 345 с.

4. Кутузов Б.Н. Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности. – М.: Горная книга, 2009. – 670 с.

5. Латышев О.Г. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2004. – 201 с.

6. Правила безопасности при взрывных работах (утверждены приказом Ростехнадзора от 16.12.2013 г. № 605; в редакции приказа Ростехнадзора от 30.11.2017 г. № 518). – М., 2018.

7. Взрывчатые вещества и средства инициирования. Каталог. М.: ГосНИП «РАСЧЕТ», 2003. 269 с.

8. Справочник взрывника / Под общей редакцией Б. Н. Кутузова. М.: Недра, 1988. 511 с.

Учебное издание

Петрушин Алексей Геннадиевич
Азанов Михаил Алексеевич
Прищепа Дмитрий Вячеславович

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе, выполнению контрольных и практических работ по дисциплине «технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности 21.05.04 «горное дело»

Редактор *Д. В. Прищепа*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению контрольной работы по дисциплине

Б1.О.28 ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Гаврилова Л.А., доцент, к.т.н. Иванов И.Ю., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры
Горных машин и комплексов
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Лагунова Ю. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 31.08.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ..... 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ... 3

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ 3

ЛИТЕРАТУРА..... 14

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов решаются задачи на прочность элементов конструкции. Выпускники университета должны уметь применять соответствующие методики расчета при проектировании объектов нефтепромыслов.

Цель контрольной работы: проверка приобретенных студентами навыков оптимизации и поиска оптимальных значений параметров объектов и технологических процессов нефтегазовой отрасли.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к контрольной работе необходимо изучить примеры, рассмотренные на лекциях а также в пособии [1].

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна включать следующие этапы:

1. Постановка задачи.
2. Анализ задачи.
3. Составление графической схемы для расчета конструктивных параметров.
4. Выбор методики расчета.
5. Выполнение необходимых расчетов по выбранной методике.
6. Выводы и предложения по совершенствованию работы оборудования.

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа № 1 по темам 4,6

Выбор типоразмера бурильной установки; расчет длительности бурения и скорости проходки при буровзрывных работах (БВР).

Условия: Крепость пород f, площадь сечения выработки $S_{выр}$, тип бурильной машины. По заданным условиям

Последовательность расчета:

1. *Расчет скорости бурения при различных значениях f и L.*
2. *Построить графики изменения скорости бурения.*

Варианты заданий

№ №	*f*	*S*, $м^2$	Тип бурильной машины (перфоратора)	№№	*f*	*S*, $м^2$	Тип бурильной машины (перфоратора)	№№	*f*	*S*, $м^2$	Тип бурильной машины (перфоратора)
1	*4*	*10*	*ПК-60*	*21*	*4*	*20*	*БГП*	*41*	*4*	*30*	*СОР*
2	*5*	*10*	*ПК-60*	*22*	*5*	*20*	*БГП*	*42*	*5*	*30*	*СОР*
3	*6*	*10*	*ПК-60*	*23*	*6*	*20*	*БГП*	*43*	*6*	*30*	*СОР*
4	*8*	*10*	*ПК-60*	*24*	*8*	*20*	*БГП*	*44*	*8*	*30*	*СОР*
5	*10*	*10*	*ПК-60*	*25*	*10*	*20*	*БГП*	*45*	*10*	*30*	*СОР*
6	*4*	*15*	*ПК-75*	*26*	*4*	*25*	*ГБГ*	*46*	*4*	*20*	*PR*
7	*5*	*15*	*ПК-75*	*27*	*5*	*25*	*ГБГ*	*47*	*5*	*20*	*PR*
8	*6*	*15*	*ПК-75*	*28*	*6*	*25*	*ГБГ*	*48*	*6*	*20*	*PR*
9	*8*	*15*	*ПК-75*	*29*	*8*	*25*	*ГБГ*	*49*	*8*	*20*	*PR*
10	*6*	*15*	*ПК-75*	*30*	*10*	*25*	*ГБГ*	*50*	*10*	*20*	*PR*
11	*4*	*20*	*L500*	*31*	*12*	*20*	*БГП*	*51*	*12*	*20*	*ПК-60*
12	*5*	*20*	*L500*	*32*	*15*	*20*	*БГП*	*52*	*15*	*20*	*ПК-60*
13	*6*	*20*	*L500*	*33*	*18*	*20*	*БГП*	*53*	*18*	*20*	*ПК-60*
14	*8*	*20*	*L500*	*34*	*20*	*20*	*БГП*	*54*	*20*	*20*	*ПК-60*
15	*10*	*20*	*L500*	*35*	*12*	*25*	*ГБГ*	*55*	*12*	*25*	*ПК-60*
16	*4*	*15*	*HRP1*	*36*	*15*	*25*	*ГБГ*	*56*	*15*	*25*	*ПК-75*
17	*5*	*15*	*HRP1*	*37*	*18*	*25*	*ГБГ*	*57*	*18*	*25*	*ПК-75*
18	*6*	*15*	*HRP1*	*38*	*20*	*25*	*ГБГ*	*58*	*20*	*25*	*ПК-75*
19	*8*	*15*	*HRP1*	*39*	*12*	*30*	*ГБГ*	*59*	*12*	*30*	*ПК-75*
20	*10*	*15*	*HRP1*	*40*	*15*	*30*	*ГБГ*	*60*	*15*	*30*	*ПК-75*

Методические указания по выполнению контрольной работы

Типоразмер бурильной установки определяется размерами горной выработки (зоны бурения). В таблице 2 приведены технические характеристики бурильных установок. Число бурильных машин (перфораторов) также зависит от площади сечения выработки *S*. Величина зоны бурения одной бурильной машины составляет 10-15 $м^2$.

Типоразмер бурильной машины принимается по предыдущему заданию.

Эксплуатационные показатели установок.

Производительность бурильных установок определяется мощностью бурильных машин, их числом и затратами времени на выполнение вспомогательных операций. Установлено также, что бурильные установки с увеличенным ходом подачи (3,5 м) имеют более высокую производительность. Бурильные установки позволяют значительно увеличить энерговооруженность процесса бурения и за счет этого увеличить производитель-

ность. Поэтому на установках используются наиболее мощные бурильные машины, в том числе специального исполнения. Однако их мощность ограничивается диаметром шпуров и сечением штанг.

Максимальная производительность бурильных установок достигается при рациональных значениях режимных параметров.

Техническая производительность установки:

$$Q_{тб} = \frac{N_{бм} \cdot K_о \cdot K_г}{V_б^{-1} + V_{ох}^{-1} + \frac{T_з}{B} + \frac{(T_н + T_{зб}) \cdot N + T_п}{L \cdot N}},$$

где $N_{бм}$ – число бурильных машин;

$K_о$ – коэффициент одновременности работы. $K_о = 1;\ 0,8$ и $0,7$ при $N_{бм} = 1$; 2 и 3.

$K_г$ – коэффициент готовности установки. $K_г = 0,9$;

N – количество шпуров;

$T_п$ – длительность перегона установки, мин.

$V_б$ – скорость бурения, м/мин;

$V_{ох}$ – скорость обратного хода бурильной машины. $V_{ох} \approx 20$ м/мин;

$T_з$ – длительность замены коронки. $T_з = 2$ мин;

B – стойкость коронки на одну заточку. $B = 50$ -100 м в зависимости от крепости породы;

$T_н$ – длительность наведения бурильной машины с одного шпура на другой.

$T_н = 1$ мин;

$T_{зб}$ - длительность забуривания. $T_{зб} = 1$ мин.

L ($l_з$) – длина шпура (длина заходки).

Длительность бурения

$$t_б = \frac{N \cdot L}{Q_{тб}}$$

где N – количество шпуров.

Количество шпуров определяется в зависимости от крепости породы и конструкции заряда ВВ.

Расчет скорости бурения при перфораторном бурении

Практика эксплуатации перфораторов показывает, что скорость бурения с увеличением глубины бурения падает ввиду потерь при передаче ударного импульса в местах соединения штанг и штанги с коронкой, а также от вибрации штанг. КПД ударного механизма при бурении равен $\eta = \eta_{уд} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2$, где $\eta_{уд}$ - КПД удара; $\eta_1 = 0,85…0,95$ – коэффициент, учитывающий потери энергии удара на трение бура о стенки шпура; η_2 - коэффициент, учитывающий потери в местах соединения штанг и штанги с коронкой, а также от вибрации штанг. При резьбовом соединении штанг $\eta_2 = 0,75…0,85$; при конусном – $\eta = 0,6…0,8$.

Величина средней скорости бурения перфораторами составит

$$V_{пср} = V_{нач} \cdot (1 - e^{-\alpha L}) / \alpha L$$

где $V_{нач}$ – начальная скорость бурения (скорость бурения первого метра);

a – декремент затухания энергии ударного импульса, $a = 0{,}02 - 0{,}2$;

L – длина шпура или скважины.

Для перфораторов с независимым вращением и большой массой поршня а имеет меньшее значение (колонковые перфораторы).

В таблице 3 приведены значения средней скорости бурения (в долях от максимального значения).

Таблица 3

Средняя скорость бурения (относительная)

a·L	**e^{-aL}**	**$1-e^{-aL}$**	**$V_{срп}/V_{нач}$**
0,1	0,905	0,095	0,950
0,2	0,819	0,181	0,905
0,3	0,741	0,259	0,863
0,4	0,670	0,330	0,825
0,5	0,607	0,393	0,786
0,6	0,549	0,451	0,750
0,8	0,449	0,551	0,690
1,0	0,368	0,632	0,632

При $a \cdot L < 0{,}1$ принимаем $V_{срп} = V_{нач}$

Выполненные исследования машин ударного действия показывают, что их производительность находится в прямой зависимости от давления сжатого воздуха или рабочей жидкости. Так, увеличение давления воздуха с 0,5 МПа на 0,1 МПа позволяет увеличить механическую скорость бурения примерно на 20%.

Начальная скорость бурения (м/с):

$$V_{б} = \frac{2 N_{и}}{\pi \cdot d^{2} \cdot \sigma_{ск} \cdot (\mu + tg \frac{\alpha}{2}) \cdot K_{з}},$$

где $N_и$ – ударная мощность на инструменте, Вт;

d – диаметр шпура, м. Принимаем $d = 40$ *мм;*

$\sigma_{ск}$ – предел прочности породы при сколе, Па;

μ – коэффициент трения стали о породу. Ориентировочно μ = 0,3;

$$И_{и} = A_{п} \cdot z \cdot \eta$$

α – угол заострения лезвия. $\alpha = 90°$;

$K_з$ – коэффициент затупления лезвия. $K_з = 1{,}1$.

где $A_п$ – энергия удара на поршне;

Z – частота ударов;

η - КПД перфоратора. $\eta = 0{,}7 - 0{,}8$.

Значения $A_п$ и Z приведены в табл.4.

$\sigma_{ск} \approx 0{,}5\ \sigma_{сж}$

Предел прочности породы на сжатие

$\sigma_{сж} = 10f$, *МПа.*

Варианты заданий приведены в табл.4.

Число шпуров

$$N = \frac{Q_{вв}}{M_з} = \frac{q_{вв} \cdot V}{M_з} = \frac{q_{вв} \cdot S \cdot L}{M_з},$$

где $Q_{вв}$ – расход взрывчатых веществ;
$M_з$ – масса заряда;
$q_{вв}$ – удельный расход ВВ; ориентировочно $q_{вв} = 1\text{-}4$ *кг/м*^{3} при $f = 5\text{-}20$;
V – объем заходки;
S – площадь сечения выработки.

Масса заряда (рис.4)

$$M_з = \frac{\pi d^2}{4} \cdot (L - l_{заб}) \cdot \rho_{вв} \cdot K_п,$$

где d – диаметр шпура;
$l_{заб}$ – длина забойки. $l_{заб} \approx 0{,}25L$;
$\rho_{вв}$ – плотность ВВ. $\rho_{вв} = 1{,}05 - 1{,}15$ *кг/дм*^{3};
$K_п = 0{,}9$ – коэффициент плотности заряда (заполнения шпура).

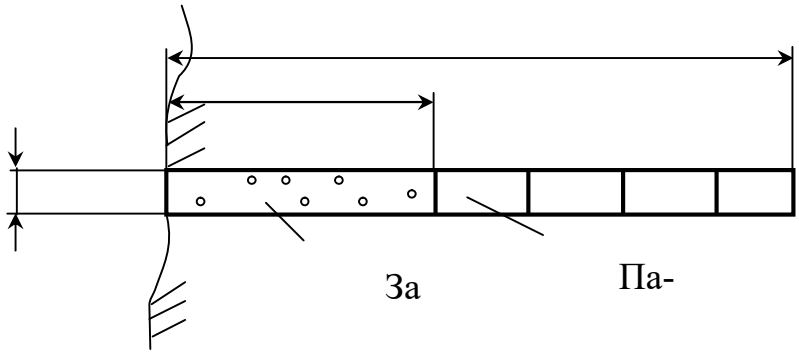


Рис. 4. Конструкция заряда

Продолжительность цикла Т определяется построением циклограммы. Длительность основных операций определяется расчетом.

Длительность заряжания одного шпура составляет (в мин).

$$t_{з1} = (1 \div 1{,}5) \cdot L,$$

где L – длина шпура, м.

Длительность погрузки

$$t_п = \frac{V_{гм}}{Q_{тп}} = \frac{S \cdot L \cdot K_р}{Q_{тп}},$$

где $V_{гм}$ – объем отбитой горной массы;
$K_р$ – коэффициент разрыхления породы. $K_р = 1{,}2 - 1{,}4$ в зависимости от крепости породы;
$Q_{тп}$ – техническая производительность погрузочной машины (см. табл.4);
S – сечение выработки.

$$V_{прт} = \frac{l_з}{T},$$

Скорость проходки (техническая) составит:

где $l_з$ – шаг подвигания забоя, $l_з = L \cdot K_{ишш}$,

$K_{ишш}$ – коэффициент использования шпуров. $K_{ишш} = 0,9$.

Циклограмма работ при проходке выработки

Операции проходческого цикла	Затраты времени, мин	Часы					
		1	2	3	4	5	6
Осмотр, смазка и подготовка бурильной установки (БУ) к работе	20 – 30						
Подгон БУ в забой	10 – 15						
Подготовка к бурению	5 – 10						
Бурение шпуров забоя	Расчет						
Бурение шпуров под крепление	Расчет						
Отгон БУ из забоя	5 – 10						
Заряжание шпуров, взрывание	Расчет						
Проветривание забоя	30						
Приведение забоя в безопасное состояние	10 – 15						
Наращивание вентиляционных труб	10 – 15						
Осмотр, смазка и подготовка погрузочной машины к работе	20 – 30						
Погрузка и уборка горной массы из забоя	Расчет						
Вспомогательные работы (доставка материалов, ВВ и др.)							

Эксплуатационная (месячная) скорость проходки составит

$$V_{пр} = V_{прт} \cdot Ф \cdot K_и,$$

где $Ф$ – фонд времени работы;

$K_и$ – коэффициент использования оборудования. $K_и \approx 0,8$.

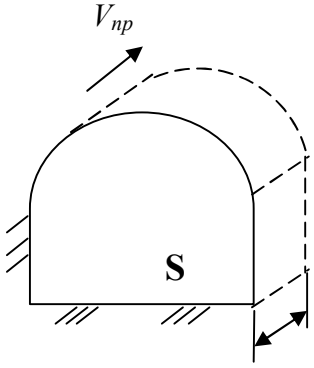


Рис. 5. Схема подвигания забоя

Фонд времени работы:

$$\Phi = 6 \cdot N_{см} \cdot T_р,$$

где $N_{см}$ – число рабочих смен;
$T_р$ – количество рабочих дней.
Принимаем $\Phi_{мес}$ = *540 ч (6×3×30)*.

Критерии оценивания: использование определенного алгоритма подготовки исходной информации – 1 балл, выполнение и правильность расчетов – 2 балла, наличие пояснений к расчетам – 2 балл, выводы по полученным результатам – 2 балла, оформление работы – 2 балл, представление графического материала – 1 балл.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задач правильная и все действия обоснованы; все расчеты выполнены верно; ответ полный, имеется вывод по задаче, материал изложен профессиональным языком, логично – 7-8 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задач правильная и все действия обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ полный, имеется, вывод по задаче или его нет, материал изложен профессиональным языком, логично – 5-6 баллов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика решения задач правильная, однако действия не обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, не имеет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, логично – 3-4 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная и (или) действия не обоснованы; ответ полный или неполный, нет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, нелогично – 0-2 балла.

Контрольная работа № 2 по теме 8

Контрольная работа №2:

Расчет скорости проходки комбайном цикличного действия

Условия: Крепость пород *f*, площадь сечения выработки $S_{выр}$.

Варианты заданий

№ №	***f***	***S*, $м^2$**		**№№**	***f***	***S*, $м^2$**		**№№**	***f***	***S*, $м^2$**
1	*4*	*10*		*21*	*4*	*20*		*41*	*4*	*30*
2	*5*	*10*		*22*	*5*	*20*		*42*	*5*	*30*
3	*6*	*10*		*23*	*6*	*20*		*43*	*6*	*30*

4	*8*	*10*		*24*	*8*	*20*		*44*	*8*	*30*
5	*10*	*10*		*25*	*10*	*20*		*45*	*10*	*30*
6	*4*	*15*		*26*	*4*	*25*		*46*	*4*	*20*
7	*5*	*15*		*27*	*5*	*25*		*47*	*5*	*20*
8	*6*	*15*		*28*	*6*	*25*		*48*	*6*	*20*
9	*8*	*15*		*29*	*8*	*25*		*49*	*8*	*20*
10	*6*	*15*		*30*	*10*	*25*		*50*	*10*	*20*
11	*4*	*20*		*31*	*12*	*20*		*51*	*12*	*20*
12	*5*	*20*		*32*	*15*	*20*		*52*	*15*	*20*
13	*6*	*20*		*33*	*18*	*20*		*53*	*18*	*20*
14	*8*	*20*		*34*	*20*	*20*		*54*	*20*	*20*
15	*10*	*20*		*35*	*12*	*25*		*55*	*12*	*25*
16	*4*	*15*		*36*	*15*	*25*		*56*	*15*	*25*
17	*5*	*15*		*37*	*18*	*25*		*57*	*18*	*25*
18	*6*	*15*		*38*	*20*	*25*		*58*	*20*	*25*
19	*8*	*15*		*39*	*12*	*30*		*59*	*12*	*30*
20	*10*	*15*		*40*	*15*	*30*		*60*	*15*	*30*

Методические рекомендации по выполнению задания №2

Схема проходческого комбайна цикличного действия приведена на рис.1. В табл. 1 приведены технические характеристики комбайнов. Порядок расчета соответствует №№ формул.

Техническая скорость проходки:

$$V_{прт} = \frac{B}{T_ц}, \quad (5)$$

где B – захват исполнительного органа (коронки). Ориентировочно $B = 1м$;
$T_ц$ – длительность цикла (обработки всей площади забоя).

$$T_ц = T + T_{во}, \quad (4)$$

где T – длительность непрерывной работы;
$T_{во}$ – длительность вспомогательных операций. $T_{во} \approx 0,25T$.

(3)

$$T = \frac{L_{ио}}{V_{пп}},$$

где $L_{ио}$ – ход исполнительного органа при отработке забоя;
$V_{пп}$ – скорость поперечной подачи.

Величина $L_{ио}$ определяется в зависимости от схемы обработки забоя и площади сечения S (рис.2).

Скорость поперечной подачи

$$V_{пп} = \frac{V_р \cdot h \cdot N_{лр}}{\pi D_{кср}}, \quad (2)$$

где $V_р$ – скорость резания. V= 2-3 м/с;
h – толщина среза;
$N_{лр}$ – число резцов в линии резания. $N_{лр}$ =1;
$D_{кср}$ – средний диаметр коронки. $D_{кср}$ = 1м.

Толщина среза составит

$$h = \frac{N_{дв} \cdot \eta}{V_р \cdot A_р \cdot N_{ор}}, \quad (1)$$

где N – мощность двигателя;
η – кпд привода. η = 0,9;
$A_р$ – сопротивляемость породы резанию. Ориентировочно $A_р$ = 100f кН/м;
$N_{ор}$ – число резцов, одновременно находящихся в контакте с породой;
$N_{ор}$ = (4 ÷5)B
f - коэффициент крепости породы.

Эксплуатационная (месячная) скорость проходки:

$$V_{пр} = V_{прт} \cdot Ф \cdot K_и, \quad (6)$$

где $Ф$ = 540 ч – фонд времени работы;
$K_и$ – коэффициент использования оборудования. $K_и$ = 0,8.

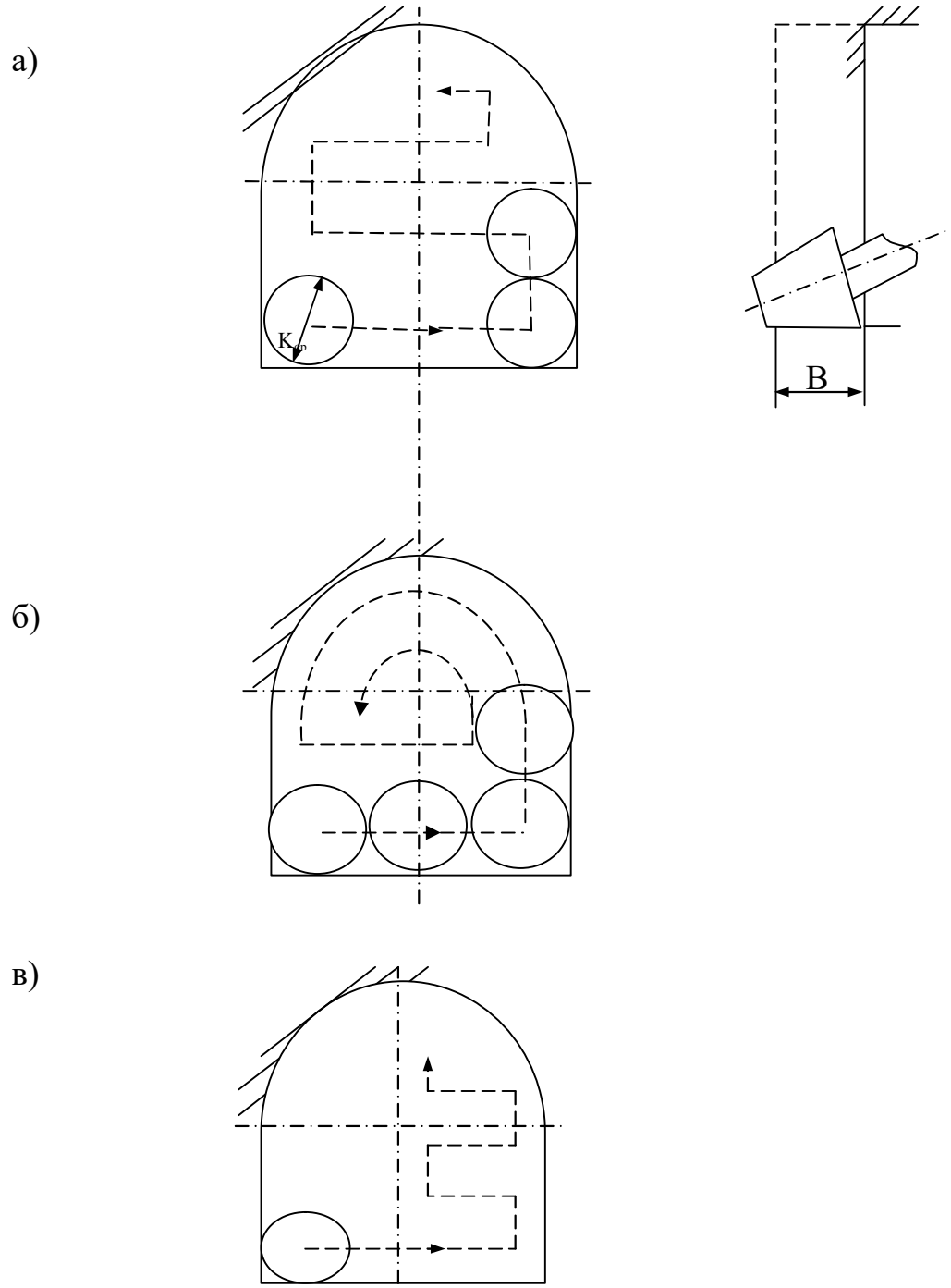


Рис. 2. Схемы разработки забоя:
а – последовательная;
б – с обрушением;
в – с минимальными ходами.

Критерии оценивания: использование определенного алгоритма подготовки исходной информации – 1 балл, выполнение и правильность расчетов – 2 балла, наличие пояснений к расчетам – 2 балл, выводы по полученным результатам – 2 балла, оформление работы – 2 балл, представление графического материала – 1 балл.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задач правильная и все действия обоснованы; все расчеты выполнены верно; ответ полный, имеется вывод по задаче, материал изложен профессиональным языком, логично – 7-8 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задач правильная и все действия обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ полный, имеется, вывод по задаче или его нет, материал изложен профессиональным языком, логично – 5-6 баллов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика решения задач правильная, однако действия не обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, не имеет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, логично – 3-4 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная и (или) действия не обоснованы; ответ полный или неполный, нет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, нелогично – 0-2 балла.

Контрольная работа №3:

Расчет скорости проходки комбайном непрерывного действия.

Условия: Крепость пород *f*, площадь сечения выработки $S_{выр}$.

Варианты заданий

№ №	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*		*№№*	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*		*№№*	*f*	*S, м²*	*Тип бурильной машины (перфоратора)*
1	*4*	*10*	*ПК-60*		*21*	*4*	*20*	*БГП*		*41*	*4*	*30*	*СОР*
2	*5*	*10*	*ПК-60*		*22*	*5*	*20*	*БГП*		*42*	*5*	*30*	*СОР*
3	*6*	*10*	*ПК-60*		*23*	*6*	*20*	*БГП*		*43*	*6*	*30*	*СОР*
4	*8*	*10*	*ПК-60*		*24*	*8*	*20*	*БГП*		*44*	*8*	*30*	*СОР*
5	*10*	*10*	*ПК-60*		*25*	*10*	*20*	*БГП*		*45*	*10*	*30*	*СОР*
6	*4*	*15*	*ПК-75*		*26*	*4*	*25*	*ГБГ*		*46*	*4*	*20*	*PR*
7	*5*	*15*	*ПК-75*		*27*	*5*	*25*	*ГБГ*		*47*	*5*	*20*	*PR*
8	*6*	*15*	*ПК-75*		*28*	*6*	*25*	*ГБГ*		*48*	*6*	*20*	*PR*
9	*8*	*15*	*ПК-75*		*29*	*8*	*25*	*ГБГ*		*49*	*8*	*20*	*PR*
10	*6*	*15*	*ПК-75*		*30*	*10*	*25*	*ГБГ*		*50*	*10*	*20*	*PR*
11	*4*	*20*	*L500*		*31*	*12*	*20*	*БГП*		*51*	*12*	*20*	*ПК-60*
12	*5*	*20*	*L500*		*32*	*15*	*20*	*БГП*		*52*	*15*	*20*	*ПК-60*
13	*6*	*20*	*L500*		*33*	*18*	*20*	*БГП*		*53*	*18*	*20*	*ПК-60*

14	*8*	*20*	*L500*		*34*	*20*	*20*	*БГП*		*54*	*20*	*20*	*ПК-60*
15	*10*	*20*	*L500*		*35*	*12*	*25*	*ГБГ*		*55*	*12*	*25*	*ПК-60*
16	*4*	*15*	*HRP1*		*36*	*15*	*25*	*ГБГ*		*56*	*15*	*25*	*ПК-75*
17	*5*	*15*	*HRP1*		*37*	*18*	*25*	*ГБГ*		*57*	*18*	*25*	*ПК-75*
18	*6*	*15*	*HRP1*		*38*	*20*	*25*	*ГБГ*		*58*	*20*	*25*	*ПК-75*
19	*8*	*15*	*HRP1*		*39*	*12*	*30*	*ГБГ*		*59*	*12*	*30*	*ПК-75*
20	*10*	*15*	*HRP1*		*40*	*15*	*30*	*ГБГ*		*60*	*15*	*30*	*ПК-75*

Методические указания по выполнению контрольной работы

Критерии оценивания: оформление работы в соответствии с предъявляемыми требованиями – 1 балл; обоснование выбора методики решения задачи – 1 балл; точность в расчетах при определении – 1 балл; полнота ответа на вопросы задания, наличие обоснования, вывода – 3 балл, использование профессиональной терминологии – 1 балл, логичность изложения материала - 1 балл.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, в соответствии с требованиями; методика решения задач правильная и все действия обоснованы; все расчеты выполнены верно; ответ полный, имеется вывод по задаче, материал изложен профессиональным языком, логично – 7-8 баллов.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа оформлена аккуратно, с незначительными замечаниями (отступлениями от требований); методика решения задач правильная и все действия обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ полный, имеется, вывод по задаче или его нет, материал изложен профессиональным языком, логично – 5-6 баллов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена с существенными замечаниями (отступлениями от установленных требований); методика решения задач правильная, однако действия не обоснованы; в расчетах имеются ошибки; ответ неполный, не имеет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, логично – 3-4 балла.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа оформлена неаккуратно, со значительными отступлениями от требований; методика решения задач не правильная и (или) действия не обоснованы; ответ полный или неполный, нет вывода по задаче, материал изложен без использования профессиональной терминологии, нелогично – 0-2 балла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов И.Ю. Погрузочно-доставочные машины: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 22 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 21.

2. Тургель Д.К. Горные машины и оборудование подземных разработок: учебное пособие / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2007. - 302 с. : ил. - Библиогр.: с. 298-299.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.О.28 ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Гаврилова Л.А., доцент, к.т.н. Иванов И.Ю., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры
Горных машин и комплексов
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Лагунова Ю. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 31.08.2022
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по написанию реферата	5
2	Методические рекомендации по написанию эссе	13
3	Методические рекомендации по написанию реферата статьи	17
4	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	23
5	Методические рекомендации по составлению тестовых заданий	27
6	Требования к написанию и оформлению доклада	29
7	Методические рекомендации к опросу	34
8	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	36
9	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	38
10	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	40
	Заключение	43
	Список использованных источников	44

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);
- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по написанию реферата

Реферат - письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца).

Реферат (от лат. referrer - докладывать, сообщать) - краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемой теме[1].

Выполнение и защита реферата призваны дать аспиранту возможность всесторонне изучить интересующую его проблему и вооружить его навыками научного и творческого подхода к решению различных задач в исследуемой области.

Основными задачами выполнения и защиты реферата являются развитие у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, среди них:

- формирование навыков аналитической работы с литературными источниками разных видов;
- развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков по соответствующему направлению высшего образования;
- презентация навыков публичной дискуссии.

Структура и содержание реферата

Подготовка материалов и написание реферата - один из самых трудоемких процессов. Работа над рефератом сводится к следующим этапам.

1. Выбор темы реферата.
2. Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата.
3. Конкретизация необходимых элементов реферата.
4. Сбор и систематизация литературы.
5. Написание основной части реферата.
6. Написание введения и заключения.
7. Представление реферата преподавателю.
8. Защита реферата.

Выбор темы реферата

Перечень тем реферата определяется преподавателем, который ведет дисциплину. Вместе с тем, аспиранту предоставляется право самостоятельной формулировки темы реферата с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки и согласованием с преподавателем. Рассмотрев инициативную тему реферата студента, преподаватель имеет право ее отклонить, аргументировав свое решение, или, при согласии студента, переформулировать тему.

При выборе темы нужно иметь в виду следующее:

1. Тема должна быть актуальной, то есть затрагивать важные в данное время проблемы общественно-политической, экономической или культурной жизни общества.

---

[1] Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

2. Не следует формулировать тему очень широко: вычленение из широкой проблемы узкого, специфического вопроса помогает проработать тему глубже.

3. Какой бы интересной и актуальной ни была тема, прежде всего, следует удостовериться, что для ее раскрытия имеются необходимые материалы.

4. Тема должна открывать возможности для проведения самостоятельного исследования, в котором можно будет показать умение собирать, накапливать, обобщать и анализировать факты и документы.

5. После предварительной самостоятельной формулировки темы необходимо проконсультироваться с преподавателем с целью ее возможного уточнения и углубления.

Предварительная проработка литературы по теме и составление «рабочего» плана реферата

Подбор литературы следует начинать сразу же после выбора темы реферата. Первоначально с целью обзора имеющихся источников целесообразно обратиться к электронным ресурсам в сети Интернет и, в частности, к электронным информационным ресурсам УГГУ: благодаря оперативности и мобильности такого источника информации, не потратив много времени, можно создать общее представление о предмете исследования, выделить основные рубрики (главы, параграфы, проблемные модули) будущего курсовой работы. При подборе литературы следует также обращаться к предметно-тематическим каталогам и библиографическим справочникам библиотеки УГГУ, публичных библиотек города.

Предварительное ознакомление с источниками следует расценивать как первый этап работы над рефератом. Для облегчения дальнейшей работы необходимо тщательно фиксировать все просмотренные ресурсы (даже если кажется, что тот или иной источник непригоден для использования в работе над рефератом, впоследствии он может пригодиться, и тогда его не придется искать).

Результатом предварительного анализа источников является рабочий план, представляющий собой черновой набросок исследования, который в дальнейшем обрастает конкретными чертами. Форма рабочего плана допускает определенную степень произвольности. Первоначальный вариант плана должен отражать основную идею работы. При его составлении следует определить содержание отдельных глав и дать им соответствующее название; продумать содержание каждой главы и наметить в виде параграфов последовательность вопросов, которые будут в них рассмотрены. В реферате может быть две или три главы - в зависимости от выбранной проблемы, а также тех целей и задач исследования.

Работа над предварительным планом необходима, поскольку она дает возможность еще до начала написания реферата выявить логические неточности, информационные накладки, повторы, неверную последовательность глав и параграфов, неудачные формулировки выделенных частей или даже реферата в целом.

Рабочий план реферата разрабатывается студентом самостоятельно и может согласовываться с преподавателем.

Конкретизация необходимых элементов реферата

Реферат должен иметь четко определенные цель и задачи, объект, предмет и методы исследования. Их необходимо сформулировать до начала непосредственной работы над текстом.

Цель реферата представляет собой формулировку результата исследовательской деятельности и путей его достижения с помощью определенных средств. Учитывайте, что у работы может быть только одна цель.

Задачи конкретизируют цель, в реферате целесообразно выделить три-четыре задачи. Задачи - это теоретические и практические результаты, которые должны быть получены в реферате. Постановку задач следует делать как можно более тщательно, т.к. их решение составляет содержание разделов (подпунктов, параграфов) реферата. В качестве задач может выступать либо решение подпроблем, вытекающих из общей проблемы, либо задачи анализа, обобщения, обоснования, разработки отдельных аспектов проблемы, ведущие к формулировке возможных направлений ее решения.

Объект исследования - процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и избранные для изучения.

Предмет исследования - все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Методы исследования, используемые в реферате, зависят от поставленных цели и задач, а также от специфики объекта изучения. Это могут быть методы системного анализа, математические и статистические методы, сравнения, обобщения, экспертных оценок, теоретического анализа и т.д.

Впоследствии формулировка цели, задач, объекта, предмета и методов исследования составят основу Введения к реферату.

Сбор и систематизация литературы

Основные источники, использование которых возможно и необходимо в реферате, следующие:

- учебники, рекомендованные Министерством образования и науки РФ;
- электронные ресурсы УГГУ на русском и иностранном языках;
- статьи в специализированных и научных журналах;
- диссертации и монографии по изучаемой теме;
- инструктивные материалы и законодательные акты (только последних изданий);
- данные эмпирических и прикладных исследований (статистические данные, качественные интервью и т.д.)
- материалы интернет-сайтов.

Систематизацию получаемой информации следует проводить по основным разделам реферата, предусмотренным планом. При изучении литературы не стоит стремиться освоить всю информацию, заключенную в ней, а следует отбирать только ту, которая имеет непосредственное отношение к теме работы. Критерием оценки прочитанного является возможность его использования в реферате.

Сбор фактического материала - один из наиболее ответственных этапов подготовки реферата. От того, насколько правильно и полно собран фактический материал, во многом зависит своевременное и качественное написание работы. Поэтому, прежде чем приступить к сбору материала, аспиранту необходимо тщательно продумать, какой именно фактический материал необходим для реферата и составить, по возможности, специальный план его сбора и анализа. После того, как изучена и систематизирована отобранная по теме литература, а также собран и обработан фактический материал, возможны некоторые изменения в первоначальном варианте формулировки темы и в плане реферата.

Написание основной части реферата

Изложение материала должно быть последовательным и логичным. Общая логика написания параграфа сводится к стандартной логической схеме «Тезис - Доказательство - Вывод» (количество таких цепочек в параграфе, как правило, ограничивается тремя - пятью доказанными тезисами).

Все разделы реферата должны быть связаны между собой. Особое внимание следует обращать на логические переходы от одной главы к другой, от параграфа к параграфу, а внутри параграфа - от вопроса к вопросу.

Использование цитат в тексте необходимо для того, чтобы без искажений передать мысль автора первоисточника, для идентификации взглядов при сопоставлении различных точек зрения и т.д. Отталкиваясь от содержания цитат, необходимо создать систему убедительных доказательств, важных для объективной характеристики изучаемого вопроса. Цитаты также могут использоваться и для подтверждения отдельных положений работы.

Число используемых цитат должно определяться потребностями разработки темы. Цитатами не следует злоупотреблять, их обилие может восприниматься как выражение слабости собственной позиции автора. Оптимальный объем цитаты - одно- два, максимум три предложения. Если цитируемый текст имеет больший объем, его следует заменять аналитическим пересказом.

Во всех случаях употребления цитат или пересказа мысли автора необходимо делать точную ссылку на источник с указанием страницы.

Авторский текст (собственные мысли) должен быть передан в научном стиле. Научный стиль предполагает изложение информации от первого лица множественного числа («мы» вместо «я»). Его стоит обозначить хорошо известными маркерами: «По нашему мнению», «С нашей точки зрения», «Исходя из этого мы можем заключить, что...» и т.п. или безличными предложениями: «необходимо подчеркнуть, что...», «важно обратить внимание на тот факт, что.», «следует отметить.» и т.д.

Отдельные положения реферата должны быть иллюстрированы цифровыми данными из справочников, монографий и других литературных источников, при необходимости оформленными в справочные или аналитические таблицы, диаграммы, графики. При составлении аналитических таблиц, диаграмм, графиков используемые исходные данные выносятся в приложение, а в тексте приводятся результаты расчетов отдельных показателей (если аналитическая таблица по размеру превышает одну страницу, ее целиком следует перенести в приложение). В тексте, анализирующем или комментирующем таблицу, не следует пересказывать ее содержание, а уместно формулировать основной вывод, к которому подводят табличные данные, или вводить дополнительные показатели, более отчетливо характеризующие то или иное явление или его отдельные стороны. Все материалы, не являющиеся необходимыми для решения поставленной в работе задачи, также выносятся в приложение.

Написание введения и заключения

Введение и заключение - очень важные части реферата. Они должны быть тщательно проработаны, выверены логически, стилистически, орфографически и пунктуационно.

Структурно введение состоит из нескольких логических элементов. Во введении в обязательном порядке обосновываются:

- актуальность работы (необходимо аргументировать, в силу чего именно эта проблема значима для исследования);
- характеристика степени разработанности темы (краткий обзор имеющейся научной литературы по рассматриваемому вопросу, призванный показать знакомство студента со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы);
- цель и задачи работы;
- объект и предмет исследования;

- методы исследования;
- теоретическая база исследования (систематизация основных источников, которые использованы для написания своей работы);
- структура работы (название глав работы и их краткая характеристика).

По объему введение занимает 1,5-2 страницы текста, напечатанного в соответствии с техническими требованиями, определенными преподавателем.

Заключение содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы, указание на проблемы практического характера, которые были выявлены в процессе исследования, а также рекомендации относительно их устранения. В заключении возможно повторение тех выводов, которые были сделаны по главам. Объем заключения - 1 - 3 страницы печатного текста.

Представление реферата преподавателю

Окончательный вариант текста реферата необходимо распечатать и вставить в папку-скоросшиватель. Законченный и оформленный в соответствии с техническими требованиями реферат подписывается студентом и представляется в распечатанном и в электронном виде в срок, обозначенный преподавателем.

Перед сдачей реферата аспирант проверяет его в системе «Антиплагиат» (http://www.antiplagiat.ru/), пишет заявление о самостоятельном характере работы, где указывает процент авторского текста, полученный в результате тестирования реферата в данной системе. Информацию, полученную в результате тестирования реферата в данной системе (с указанием процента авторского текста), аспирант в печатном виде предоставляет преподавателю вместе с окончательным вариантом текста реферата, который не подлежит доработке или замене.

Защита реферата

При подготовке реферата к защите (если она предусмотрена) следует:

1. Составить план выступления, в котором отразить актуальность темы, самостоятельных характер работы, главные выводы и/или предложения, их краткое обоснование и практическое и практическое значение - с тем, чтобы в течение 3 - 5 минут представить достоинства выполненного исследования.
2. Подготовить иллюстративный материал: схемы, таблицы, графики и др. наглядную информацию для использования во время защиты. Конкретный вариант наглядного представления результатов определяется форматом процедуры защиты реферата.

Критерии оценивания реферата

Критерии оценивания реферата: новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста – обоснование актуальности темы; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельная интерпретация описываемых в реферате фактов и проблем – 4 балла.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (использование современной научной литературы) – 4 балла.

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; корректность цитирования – 4 балла.

Критерии оценивания публичного выступления (защита реферата): логичность построения выступления; грамотность речи и владение профессиональной терминологией; обоснованность выводов; умение отвечать на вопросы; поведение при защите работы *(*манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.) соблюдение требований к объёму доклада – 10 баллов.

Критерии оценивания презентации: дизайн и мультимедиа – эффекты, содержание – 4 балла.

Всего – 25 баллов.

Оценка «зачтено»

Оценка *«зачтено»* – реферат полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 23-25 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, присутствует новизна и самостоятельность в постановке проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, широкий диапазон и качество (уровень) используемого информационного пространства (привлечены различные источники научной информации), прослеживается наличие авторской позиции и самостоятельной интерпретации описываемых в реферате фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована полнота и глубина знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены альтернативные взгляды на рассматриваемую проблему и обосновано сбалансированное заключение; представлен критический анализ использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствие с методическими требованиями и ГОСТом, в работе соблюдены правила русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое и полное определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона гармонирует с цветом текста, всё отлично читается, использовано 3 цвета шрифта, все страницы выдержаны в едином стиле, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, звуковой фон соответствует единой концепции и усиливает эффект восприятия текстовой части информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание является строго научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) усиливают эффект восприятия текстовой части информации, орфографические , пунктуационные, стилистические ошибки отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами в наиболее адекватной форме, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: выступление логично построено, выводы аргументированы, свободное владение профессиональной терминологией, в речи отсутствуют орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы, владеет различными способами привлечения и удержания внимания и интереса аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «*зачтено*» - реферат в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 18-22 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – текст оформлен в соответствие с методическими требованиями и ГОСТом, в работе имеются незначительные ошибки правил русской орфографии и пунктуации, выдержана стилистическая культура научного текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), приводятся соответствующие примеры в строгом соответствии с рассматриваемой проблемой, соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона хорошо соответствует цвету текста, всё можно прочесть, использовано 3 цвета шрифта, 1-2 страницы имеют свой стиль оформления, отличный от общего, гиперссылки выделены и имеют разное оформление до и после посещения кадра, анимация присутствует только в тех местах, где она уместна, звуковой фон соответствует единой концепции и привлекает внимание зрителей в нужных местах - именно к информации, размер шрифта оптимальный, все ссылки работают, содержание в целом является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) соответствуют тексту, орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки практически отсутствуют, наборы числовых данных проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной, ключевые слова в тексте выделены

Критерии оценивания публичного выступления : выступление логично построено, выводы аргументированы, испытывает незначительные затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в незначительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает полные и исчерпывающие ответы на вопросы, соблюдены этические нормы поведения при защите работы , владеет ограниченным набором способов привлечения внимания аудитории к сообщению, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка *«зачтено»* - реферат частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 13-17 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы обоснована, сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал систематизирован и структурирован, представлен достаточный диапазон используемого информационного пространства (привлечены несколько источников научной информации), прослеживается наличие авторской позиции в реферате при отборе фактов и проблем.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата соответствует теме, продемонстрирована достаточная осведомленность знаний по теме, присутствует личная оценка (вывод), объяснены 2-3 взгляда на рассматриваемую проблему и обосновано заключение; представлен критический обзор использованной литературы (использование современной научной литературы).

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста частично не соответствует методическими требованиям и ГОСТу, в работе имеются ошибки правил русской орфографии и пунктуации, в целом выдержана стилистическая культура научного

текста, четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), частично не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона плохо соответствует цвету текста, использовано более 4 цветов шрифта, некоторые страницы имеют свой стиль оформления, гиперссылки выделены, анимация дозирована, звуковой фон не соответствует единой концепции, но не носит отвлекающий характер, размер шрифта средний (соответственно, объём информации слишком большой — кадр несколько перегружен), ссылки работают, содержание включает в себя элементы научности, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) в определенных случаях соответствуют тексту, есть орфографические, пунктуационные, стилистические ошибки, наборы числовых данных чаще всего проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация является актуальной и современной ключевые слова в тексте, чаще всего, выделены.

Критерии оценивания публичного выступления: в выступлении нарушено логическое построение, выводы не аргументированы, испытывает затруднения при использовании профессиональной терминологии, в речи допускает в орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, дает краткие ответы на вопросы, в целом соблюдены этические нормы поведения при защите работы, соблюдены требования к объёму доклада.

Оценка «не зачтено»

Оценка *«не зачтено»* - реферат не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-12 баллов.

Критерии оценивания реферата: актуальность темы не обоснована, не сформулирован новый аспект рассмотрения проблемы, анализируемый материал не систематизирован, ограниченный диапазон используемого информационного пространства (привлечен 1 источник научной информации), отсутствует авторская позиция в реферате.

Степень раскрытия сущности вопроса - содержание реферата не соответствует теме, не продемонстрирована осведомленность знаний по теме, отсутствует личная оценка (вывод), представлен 1 позиция рассмотрения проблемы, заключение не обосновано, отсутствует критический обзор использованной литературы.

Соблюдение требований к оформлению – оформление текста не соответствует методическими требованиям и ГОСТу, в работе выполнена с ошибками правил русской орфографии и пунктуации, не выдержана стилистическая культура научного текста, отсутствует четкое определение рассматриваемых понятий (категорий), не соблюдена корректность при цитировании источников.

Критерии оценивания презентации: цвет фона не соответствует цвету текста, использовано более 5 цветов шрифта, каждая страница имеет свой стиль оформления, гиперссылки не выделены, анимация отсутствует (или же презентация перегружена анимацией), звуковой фон не соответствует единой концепции, носит отвлекающий характер, слишком мелкий шрифт (соответственно, объём информации слишком велик — кадр перегружен), не работают отдельные ссылки, содержание не является научным, иллюстрации (графические, музыкальные, видео) не соответствуют тексту, много орфографических, пунктуационных, стилистических ошибок, наборы числовых данных не проиллюстрированы графиками и диаграммами, информация не представляется актуальной и современной, ключевые слова в тексте не выделены

Критерии оценивания публичного выступления: отказывается от защиты или в выступлении нарушено логическое построение, отсутствуют выводы, не использует профессиональную терминологию, в речи допускает значительном количестве орфоэпические, лексические, грамматические и синтаксические ошибки, не отвечает на вопросы, нарушает со этические нормы поведения при защите работы, не соблюдены требования к объёму доклада.

2. Методические рекомендации по написанию реферата статьи

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление, аналитико-синтетическое преобразование информации и создание нового документа - реферата, обладающего специфической языково-стилистической формой.

Рефератом статьи (далее - реферат) называется текст, передающий основную информацию подлинника в свернутом виде и составленный в результате ее смысловой переработки[2].

Основными функциями рефератов являются следующие: информативная, поисковая, индикативная, справочная, сигнальная, адресная, коммуникативная.

Информативная функция. Поскольку реферат является кратким изложением основного содержания первичного документа, главная его задача состоит в том, чтобы передавать фактографическую информацию.

Отсюда информативность является наиболее существенной и отличительной чертой реферата.

Поисковая и справочная функции. Как средство передачи информации реферат нередко заменяет чтение первичного документа. Обращаясь к рефератам, пользователь осуществляет по ним непосредственный поиск информации, причем информации фактографической. В этом проявляется поисковая функция реферата, а также функция справочная, поскольку извлекаемая из реферата информация во многом представляет справочный интерес.

Индикативная функция. Реферат должен характеризовать оригинальный материал не только содержательно, но и описательно. Путем описания обычно даются дополнительные характеристики первичного материала: его вид (книга, статья), наличие в нем иллюстраций и т.д.

Кроме того, в реферате иногда приходится ограничиваться лишь названием или перечислением отдельных вопросов содержания. Это еще одно свойство реферата, которое принято называть индикативностью.

Адресная функция. Точным библиографическим описанием первичного документа одновременно достигается то, что реферат способен выполнять адресную функцию, без чего бессмысленен документальный информационный поиск.

Сигнальная функция. Эта функция реферата проявляется, когда осуществляется оперативное информирование с помощью авторских рефератов о планах выпуска литературы, а также о существовании неопубликованных, в том числе депонированных работ.

Диапазон использования рефератов очень широк. Они применяются как в индивидуальном, так и в коллективном информационном обеспечении, проводимом в интересах научно-исследовательских работ, учебного процесса и т.д. Они же являются средством международного обмена информацией и выполняют научно-коммуникативные функции в интернациональном масштабе.

Являясь наиболее экономным средством ознакомления с первоисточником, реферат должен отразить все существенные моменты последнего и особо выделить основную мысль автора. Многообразные функции реферата в системе научных коммуникаций можно объединить в следующие основные группы: информативные, поисковые, коммуникативные. Поскольку реферат передает в сжатом виде текст первоисточника, он позволяет специалисту либо получить релевантную информацию, либо сделать вывод о том, что обращаться к первоисточнику нет необходимости.

Существует три основных способа изложения информации в реферате.

---

[2] Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5

Экстрагирование - представление информации первоисточника в реферате. Эта методика достаточно проста: референт отмечает предложения, которые затем полностью или с незначительным перефразированием переносятся в реферат-экстракт.

Перефразирование - наиболее распространенный способ реферативного изложения. Здесь имеет место частичное текстуальное совпадение с первоисточником. Перефразирование предполагает не использование значительной части сведений оригинала, а перестройку его смысловой и синтаксической структуры. Перестройка текста достигается за счет таких операций, как замещение (одни фрагменты текста заменяются другими), совмещения (объединяются несколько предложений в одно) и обобщение.

Интерпретация - это способ реферативного изложения, когда содержание первоисточника может раскрываться либо в той же последовательности, либо на основе обобщенного представления о нем. Разновидностью интерпретированных рефератов могут быть авторефераты диссертаций, тезисы докладов научных конференций и совещаний.

Для качественной подготовки реферата необходимо владеть основными приемами анализа и синтеза, знать основные требования, предъявляемые к рефератам, их структурные и функциональные особенности.

Процесс реферирования делится на пять основных этапов:

1. Определение способа охвата первоисточника, который в данном конкретном случае наиболее целесообразен, для реферирования (общее, фрагментное, аспектное и т.д.).
2. Беглое ознакомительное чтение, когда референт решает вопрос о научно-практической значимости и информационной новизне первоисточника. Анализ его вида позволяет осуществить выбор аспектной схемы изложения реферата.
3. Конструирование текста реферата, которое осуществляется с использованием приемов перефразирования, обобщения, абстрагирования и т.д. Очень редко предложения или фрагменты оригинала используются без изменения. Запись полученных в результате синтеза конструкций осуществляется в последовательности, соответствующей разработанной схеме или плану.
4. Критический анализ полученного текста с точки зрения потребителя реферата.
5. Оформление и редактирование, которые являются заключительным этапом подготовки реферата.

Все, что в первичном документе не заслуживает внимания потребителя реферата, должно быть опущено. Так, в реферат не включаются:

- общие выводы, не вытекающие из полученных результатов;
- информация, не понятная без обращения к первоисточнику;
- общеизвестные сведения;
- второстепенные детали, избыточные рассуждения;
- исторические справки;
- детальные описания экспериментов и методик;
- сведения о ранее опубликованных документах и т. д.

Приемы составления реферата позволяют обеспечить соблюдение основных методических принципов реферирования: адекватности, информативности, краткости и достоверности.

Хотя реферат по содержанию зависит от первоисточника, он представляет собой новый, самостоятельный документ. Общими требованиями к языку реферата являются точность, краткость, ясность, доступность.

По своим языковым и стилистическим средствам реферат отличается от первоисточника, поскольку референт использует иные термины и строит предложения в соответствии со стилем реферата. Наряду с сообщением могут использоваться перифразы. Вместе с тем в ряде случаев стилистика реферата может совпадать с первоисточником, что особенно характерно для расширенных рефератов.

Изложение реферата должно обеспечивать наибольшую семантическую адекватность, семантическую эквивалентность, краткость и логическую последовательность. Для этого необходимы определенные лексические и грамматические средства. Адекватность и эквивалентность достигаются за счет правильного употребления терминов, краткость - за счет экономной структуры предложений и использования терминологической лексики.

Быстрое и адекватное восприятие реферата обеспечивается употреблением простых законченных предложений, имеющих правильную грамматическую форму. Громоздкие предложения затрудняют понимание реферата, поэтому сложные предложения, как правило, расчленяются на ряд простых при сохранении логических взаимоотношений между ними путем замены соединительных слов, например, местоимениями.

Широко используются неопределенно-личные предложения без подлежащего. Они концентрируют внимание читающего только на факте, усиливая тем самым информационно-справочную значимость реферата.

Реферату, как одному из жанров научного стиля, присущи те же семантико-структурные особенности, что и научному стилю в целом: объективность, однозначность, логичность изложения, безличная манера повествования, широкое использование научных терминов, абстрактной лексики и т.д. В то же время этот жанр имеет и свою специфику стиля: фактографичность (констатация фактов), обобщенно-отвлеченный характер изложения, предельная краткость, подчеркнутая логичность, стандартизация языкового выражения.

Рефераты делятся на информативные (реферат-конспект), индикативные, указательные (реферат-резюме) и обзорные (реферат-обзор)[3]. В основу их классификации положена степень аналитико-синтетической переработки источника.

Информативные рефераты включают в себя изложение (в обобщенном виде) всех основных проблем, изложенных в первоисточнике, их аргументацию, основные результаты и выводы, имеющие теоретическую и практическую ценность.

Индикативные рефераты указывают только на основные моменты содержания первоисточника. Их также называют реферативной аннотацией.

Научные рефераты отражают смысловую сторону образно-тематического содержания. В его основе лежат такие мыслительные операции, как обобщение и абстракция.

Реферат-резюме направлен на перечисление основных проблем источника без содержания доказательств.

Реферат, независимо от его типа, имеет единую структуру:

- название реферируемой работы (или выходные данные);
- композиция реферируемой работы;
- главная мысль реферируемого материала;
- изложение содержания;
- выводы автора по реферируемому материалу.

Обычно в самом первоисточнике главная мысль становится ясной лишь после прочтения всего материала, в реферате же с нее начинается изложение содержания, она предшествует всем выводам и доказательствам. Такая последовательность изложения необходима для того, чтобы с самого начала сориентировать читателя относительно основного содержания источника и его перспективной ценности. Выявление главной мысли источника становится весьма ответственным делом референта и требует от него вдумчивого отношения к реферируемому материалу. Иногда эта главная мысль самим автором даже не формулируется, а лишь подразумевается. Референту необходимо суметь сжато ее сформулировать, не внося своих комментариев.

Содержание реферируемого материала излагается в последовательности первоисточника по главам, разделам, параграфам. Обычно дается формулировка вопроса,

---

[3] Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. - 368с.

приводится вывод по этому вопросу и необходимая цепь доказательств в их логической последовательности.

Следует иметь в виду, что иногда выводы автора не вполне соответствуют главной мысли первоисточника, так как могут быть продиктованы факторами, выходящими за пределы излагаемого материала. Но в большинстве случаев выводы автора вытекают из главной мысли, выявление которой и помогает их понять.

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств представлен в таблице 1.

Таблица 1

Перечень типичных смысловых частей информационного реферата и используемых в каждой из них типичных языковых средств

Смысловые части реферата	**Используемые языковые средства**
1. Название реферируемой работы (или выходные данные)	- В. Вильсон. Наука государственного управления // Классики теории государственного управления: американская школа. Под ред. ДЖ. Шафритца, А. Хайда. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – с. 24-42.; - Статья называется (носит название, озаглавлена)
2. Композиция реферируемой работы	- Статья • состоит из…… • делится на ….. • начинается с……. • кончается (чем?)…….; - В статье можно выделить две части…….
3. Проблематика и основные положения работы	- Статья • посвящена теме (проблеме, вопросу) …… • представляет собой анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) …….. - Автор статьи • ставит (рассматривает, освещает, поднимает, затрагивает) следующие вопросы (проблемы) …… • особо останавливается (на чем?) ..... • показывает значение (чего?) …….. • раскрывает сущность (чего?) ……. • обращает внимание (на что?) …… • уделяет внимание (чему?) ….. • касается (чего?) ……. - В статье • рассматривается (что?) …. • анализируется (что?) ….. • делается анализ (обзор, описание, обобщение, изложение) (чего?) …… • раскрывается, освещается вопрос… • обобщается (что?) ……. • отмечается важность (чего?) …… • касается (чего?)….. - В статье • показано (что?) …… • уделено большое внимание (чему?) …… • выявлено (что?) ……. • уточнено (что?) ……..
4. Аргументация основных положений работы	- Автор • приводит примеры (факты, цифры, данные) ……. • иллюстрирует это положение …….. • подтверждает (доказывает, аргументирует) свою точку зрения примерами (данными)… - в подтверждение своей точки зрения автор приводит доказательства (аргументы, ряд доказательств, примеры, иллюстрации, данные, результаты наблюдений)…

	- Для доказательств своих положений автор описывает • эксперимент …… • в ходе эксперимента автор привлекал …
5. Выводы, заключения	• выполненные исследования показывают… • приведенные наблюдения (полученные данные) приводят к выводу (позволяют сделать выводы).. • из сказанного можно сделать вывод, что ….. • анализ результатов свидетельствует … - На основании проведенных наблюдений (полученных данных, анализ результатов) • был сделан вывод (можно сделать заключение) …. • автор приводит выводы …….

Реферат может содержать комментарий референта, только в том случае, если референт является достаточно компетентным в данном вопросе и может вынести квалифицированное суждение о реферируемом материале. В комментарий входят критическая характеристика первоисточника, актуальность освещенных в нем вопросов, суждение об эффективности предложенных решений, указание, на кого рассчитан реферируемый материал.

Комментарий реферата может содержать оценку тех или иных положений, высказываемых автором реферируемой работы. Эта оценка чаще всего выражает согласие или несогласие с точкой зрения автора. Языковые средства, которые используются при этом, рассмотрены в таблице 2.

Таблица 2

Языковые средства, используемых при оценке те положений, высказываемых автором реферируемой работы

Смысловые части комментарии	**Используемые языковые средства**
Смысловые части комментарии	- Автор • справедливо указывает …. • правильно подходит к анализу (оценке) …. • убедительно доказывает …. • отстаивает свою точку зрения …. • критически относится к работам предшественников ….. - Мы • разделяем точку зрения (мнения, оценку) автора …… • придерживаемся подобного же мнения … • критически относимся к работам предшественников …. - Можно согласится с автором, что ….. - Следует признать достоинства такого подхода к решению ….
Несогласие (отрицательная оценка)	- Автор • не раскрывает содержания (противоречий, разных точек зрения) … • противоречит себе (известным фактам) ……. • игнорирует общеизвестные факты ….. • упускает из вида ……. • не критически относится к высказанному положению …….. • не подтверждает сказанное примерами…. - Мы • придерживаемся другой точки зрения (другого, противоположного мнения) • не можем согласиться (с чем?) … • трудно согласиться с автором (с таким подходом к решению проблемы, вопроса, задачи) …. • можно выразить сомнение в том, что ….. • дискуссивно (сомнительно, спорно) , что …… • к недостаткам работы можно отнести ……

В реферате могут быть использованы цитаты из реферируемой работы. Они всегда ставятся в кавычки. Следует различать три вида цитирования, при этом знаки препинания ставятся, как в предложениях с прямой речью.

1. Цитата стоит после слов составителя реферата. В этом случае после слов составителя реферата ставится двоеточие, а цитата начинается с большой буквы. Например: Автор статьи утверждает: «В нашей стране действительно произошел стремительный рост национального самосознания».
2. Цитата стоит перед словами составителя реферата. В этом случае после цитаты ставится запятая и тире» а слова составителя реферата пишутся с маленькой буквы. Например: «В нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания», - утверждает автор статьи.
3. Слова составителя реферата стоят в середине цитаты. В этом случае перед ними и после них ставится точка с запятой. Например: «В нашей стране, - утверждает автор статьи, - действительно стремительный рост национального самосознания».
4. Цитата непосредственно включается в слова составителя реферата. В этом случае (а он является самым распространенным в реферате) цитата начинается с маленькой буквы. Например: Автор статьи утверждает, что «в нашей стране действительно стремительный рост национального самосознания».

3. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[4]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

[4] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания.

Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

4. Методические рекомендации по составлению тестовых заданий

Требования к составлению тестовых заданий

Тестовое задание (ТЗ) - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

Для правильного составления ТЗ необходимо выполнить следующие *требования*:

1. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
2. Ориентация ТЗ на получение *однозначного* заключения.
3. Формулировка содержания ТЗ в виде свернутых кратких суждений. Рекомендуемое количество слов в задании не более 15. В тексте не должно быть преднамеренных подсказок и сленга, а также оценочных суждений автора ТЗ. Формулировка ТЗ должна быть в повествовательной форме (не в форме вопроса). По возможности, текст ТЗ не должен содержать сложноподчиненные конструкции, повелительного наклонения («выберите», «вычислите», «укажите» и т.д). Специфический признак (ключевое слово) выносится в начало ТЗ. Не рекомендуется начинать ТЗ с предлога, союза, частицы.
4. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ.

Требования к формам ТЗ

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм:

- закрытой (с выбором одного или нескольких заключений);
- открытой;
- на установление правильной последовательности;
- на установление соответствия.

Выбор формы ТЗ зависит от того, какой вид знаний следует проверить. Так, для оценки фактологических знаний (знаний конкретных фактов, названий, имён, дат, понятий) лучше использовать тестовые задания закрытой или открытой формы.
Ассоциативных знаний (знаний о взаимосвязи определений и фактов, авторов и их теорий, сущности и явления, о соотношении между различными предметами, законами, датами) - заданий на установление соответствия. Процессуальных знаний (знаний правильной последовательности различных действий, процессов) - заданий на определение правильной последовательности.

Тестовое задание закрытой формы

Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором.

При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 4 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом

количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию.

Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

Тестовое задание открытой формы

В заданиях открытой формы готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные.

Тестовые задания на установление правильной последовательности

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов.

Задание начинается со слова: «Последовательность».

Тестовые задания на установление соответствия

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними.

Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1:М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы - не менее 2.

Задание начинается со слова: «Соответствие». Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

5.Требования к написанию и оформлению доклада

Доклад (или отчёт) – один из видов монологической речи, публичное, развёрнутое, официальное, сообщение по определённому вопросу, основанное на привлечении документальных данных.

Обычно любая научная работа заканчивается докладом на специальном научном семинаре, конференции, где участники собираются, чтобы обсудить научные проблемы. На таких семинарах (конференциях) всегда делается доклад по определённой теме. Доклад содержит все части научного отчёта или статьи. Это ответственный момент для докладчика. Здесь проверяются знание предмета исследования, способности проводить эксперимент и объяснять полученные результаты. С другой стороны, люди собираются, чтобы узнать что-то новое для себя. Они тратят своё время и хотят провести время с пользой и интересом. После выступления докладчика слушатели обязательно задают вопросы по теме выступления, и докладчику необходимо научиться понимать суть различных вопросов. Кроме того, на семинаре задача обсуждается, рассматривается со всех сторон, и бывает, что автор узнаёт о своей работе много нового. Часто возникают интересные идеи и неожиданные направления исследований. Работа становится более содержательной. Следовательно, доклад необходим для развития самой науки и для студентов. В этом состоит главное предназначение доклада.

На студенческом семинаре (конференции) всегда подводится итог, делаются выводы, принимается решение или соответствующее заключение. Преподаватель (жюри) выставляет оценку за выполнение доклада и его предъявление, поскольку в учебном заведении данная форма мероприятия является обучающей. Оценки полезно обсуждать со студентами: это помогает им понять уровень их собственных работ. С лучшими сообщениями, сделанными на семинарах, студенты могут выступать впоследствии на студенческих конференциях. Поэтому каждому студенту необходимо обязательно предварительно готовить доклад и учиться выступать публично.

Непосредственная польза выступления студентов на семинаре (конференции) состоит в следующем.

1. Выступление позволяет осуществлять поиск возможных ошибок в постановке работы, методике исследования, обобщении полученных результатов, их интерпретации. Получается, что студенты помогают друг другу улучшить работу. Что может быть ценнее?
2. Выступление дает возможность учиться излагать содержание работы в короткое время, схватывать суть вопросов и толково объяснять существо. Следовательно, учиться делать доклад полезно для работы в любой области знаний.
3. На семинаре (конференции) докладчику принято задавать вопросы. Студентам следует знать, что в научной среде не принято осуждать коллег за заданные в процессе обсуждения вопросы. Однако вопросы должны быть заданы по существу проблемы, исключать переход на личностные отношения. Публичное выступление позволяет студентам учиться корректно, лаконично и по существу отвечать на вопросы, демонстрировать свои знания.

Требования к подготовке доклада

Доклад может иметь форму публичной лекции, а может содержать в себе основные тезисы более крупной работы (например, реферата, курсовой, дипломной работы, научной статьи). Обычно от доклада требуется, чтобы он был:

- точен в части фактического материала и содержал обоснованные выводы;

- составлен с учетом точки зрения адресата;
- посвящен проблемам, непосредственно относящимся к определенной теме;
- разделен на части, логично построенные;
- достаточно обширен, чтобы исчерпать заявленную тему доклада, но не настолько, чтобы утомлять адресата;
- интересно написан и легко читался (слушался);
- понятен, нагляден и привлекателен по оформлению.

Как правило, доклад содержит две части: текст и иллюстрации. Представление рисунков, таблиц, графиков должно быть сделано с помощью компьютера. Компьютер - идеальный помощник при подготовке выступления на семинаре (конференции). Каждая из частей доклада важна. Хорошо подготовленному тексту всегда сопутствует хорошая презентация. Если докладчик не нашёл времени хорошо подготовить текст, то у него плохо подготовлены и иллюстрации. Это неписаное правило.

Доклад строится по определённой схеме. Только хорошая система изложения даёт возможность логично, взаимосвязано, кратко и убедительно изложить результат. Обычно участники конференции знают, что должно прозвучать в каждой части выступления. В мире ежегодно проходят тысячи семинаров, сотни различных конференций, технология создания докладов совершенствуется. Главное - говорить о природе явления, о процессах, проблемах и причинах Вашего способа их решения, аргументировать каждый Ваш шаг к цели.

На следующие вопросы докладчику полезно ответить самому себе при подготовке выступления, заблаговременно (хуже, если подобные вопросы возникнут у слушателей в процессе доклада). Естественно, отвечать целесообразно честно...

1. Какова цель выступления**?**

Или: «Я, автор доклада, хочу...»:

- информировать слушателей о чем-то;
- объяснить слушателям что-то;
- обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.) со слушателями;
- спросить у слушателей совета;
- сделать себе PR;
- пожаловаться слушателям на что-то (на жизнь, ситуацию в стране и т.п.).

Т.е. ради чего, собственно, затевается выступление? Если внятного ответа на Вопрос нет, то стоит задуматься, нужно ли такое выступление?

2. Какова аудитория?

На кого рассчитано выступление:

- на студентов;
- на клиента (-ов);
- на коллег-профессионалов;
- на конкурентов;
- на присутствующую в аудитории подругу (друзей)?

3. Каков объект выступления?

О чем собственно доклад, что является его «ядром»:

- одна модель;
- серия моделей;
- динамика изменения модели (-ей);
- условия применения моделей;
- законченная методика;
- типовые ошибки;
- прогнозы;
- обзор, сравнительный анализ;
- постановка проблемы, гипотеза;
- иное?

Естественно, качественный доклад может касаться нескольких пунктов из приведенного списка...

4. Какова актуальность доклада?

Или: почему сегодня нужно говорить именно об этом?

5. В чем заключается новизна темы?

Или: если заменить многоумные и иноязычные термины в тексте доклада на обычные слова, то не станет ли содержание доклада банальностью?

Ссылается ли автор на своих предшественников? Проводит ли сравнение с существующими аналогами?

Стоит заметить, что новизна и актуальность - разные вещи. Новизна характеризует насколько ново содержание выступления по сравнению с существующими аналогами. Актуальность - насколько оно сейчас нужно. Бесспорно, самый выигрышный вариант - и ново, и актуально. Неплохо, если актуально, но не ново. Например, давняя проблема, но так никем и не решенная. Терпимо, если не актуально, но ново - как прогноз. Пример: сделанный Д.И. Менделеевым в XIX веке прогноз, что в будущем дома будут не только обогревать, но и охлаждать (кондиционеров тогда и вправду не знали).

Но если и не ново и не актуально, то нужно ли кому-то такое выступление?

6. Разработан ли автором план (структура и логика) выступления?

Есть ли логичная последовательность авторской мысли? Или же автор планирует свой доклад в стиле: «чего-нибудь наболтаю, а наглядный материал и вопросы слушателей как-нибудь помогут вытянуть выступление...?»

Есть ли выводы с четкой фиксацией главного и нового? Как они подводят итог выступлению?

7. Наглядная иллюстрация материалов

Нужна ли она вообще, и если да, то, что в ней будет содержаться? Отражает ли она логику выступления?

Иллюстрирует ли сложные места доклада?

Важно помнить: иллюстративный материал не должен полностью дублировать текст доклада. Слушатель должен иметь возможность записывать: примеры, дополнения, подробности, свои мысли... А для этого необходимо задействовать как можно больше видов памяти. Гигантской практикой образования доказано: материал усваивается лучше, если зрительная и слуховая память подкрепляются моторной. Т.е. надо дать возможность слушателям записывать, а не только пассивно впитывать материал.

Следует учитывать и отрицательный момент раздаточных материалов: точное повторение рассказа докладчика. Или иначе: если на руках слушателей (в мультимедийной презентации) есть полный письменный текст, зачем им нужен докладчик? К слову сказать, часто красивые слайды не столько иллюстрируют материал, сколько прикрывают бедность содержания...

8. Корректные ссылки

Уже много веков в научной среде считается хорошим тоном указание ссылок на первоисточники, а не утаивание их.

9. Что останется у слушателей:

- раздаточный или наглядный материал: какой и сколько?
- собственные записи: какие и сколько? И что сделано автором по ходу доклада для того, чтобы записи слушателей не искажали авторский смысл?
- в головах слушателей: какие понятия, модели, свойства и условия применения были передам слушателям?

Требования к составлению доклада

Полезно придерживаться следующей схемы составления доклада на семинаре (конференции).

Время Вашего доклада ограничено, обычно на него отводится 5-7 минут. За это время докладчик может успеть зачитать в темпе обычной разговорной речи текст объёмом не более 3-5-и листов формата А4. После доклада - вопросы слушателей и ответы докладчика (до 3 минут). Полное время Вашего выступления - не более 10-и минут.

Сначала должно прозвучать название работы и фамилии авторов. Обычно название доклада и авторов произносит руководитель семинара (председатель конференции). Он представляет доклад, но допустим и такой вариант, при котором докладчик сам произносит название работы и имена участников исследования. Потраченное время - примерно 30 с.

Следует знать, что название - это краткая формулировка цели. Поэтому название должно быть конкретным и ясно указывать, на что направлены усилия автора. Если в названии менее 10-и слов - это хороший тон. Если больше - рекомендуется сократить. Так советуют многие международные журналы. В выступлении можно пояснить название работы другими словами. Возможно, слушатели лучше Вас поймут, если Вы скажете, какое явление исследуется, что измеряется, что создаётся, разрабатывается или рассчитывается. Максимально ясно покажите, что именно Вас интересует.

Введение (до 1 мин)

В этой части необходимо обосновать необходимость проведения исследования и его актуальность. Другими словами, Вы должны доказать, что доклад достоин того, чтобы его слушали. Объясните, почему важно исследовать данное явление. Расскажите, чем интересен выбранный объект с точки зрения науки, заинтересуйте своих слушателей темой Вашего исследования.

Скажите, кто и где решал подобную задачу. Укажите сильные и слабые стороны известных результатов. Учитывайте то, что студенту необходимо учиться работать с литературой, анализировать известные факты. Назовите источники информации, Ваших предшественников по имени, отчеству и фамилии и кратко, какие ими были получены результаты. Обоснуйте достоинство Вашего способа исследования в сравнении с известными результатами. Учтите, что студенческое исследование может быть и познавательного характера, то есть можно исследовать известный науке факт. Поясните, чем он интересен с Вашей точки зрения. Ещё раз сформулируйте цель работы и покажите, какие задачи необходимо решить, чтобы достигнуть цели. Что нужно сделать, создать, решить, вычислить? Делите целое на части - так будет понятнее и проще.

Методика исследования (до 30 сек.)

Методика, или способ исследования, должна быть обоснована. Поясните, покажите преимущества и возможности выбранной Вами методики при проведении экспериментального исследования.

Теоретическая часть (до 1 мин)

Эта часть обязательна в докладе. Редкий случай, когда можно обойтись без теоретического обоснования предстоящей работы, ведь экспериментальное исследование должно базироваться на теории. Здесь необходимо показать сегодняшний уровень Вашего понимания проблемы и на основании теории попытаться сформулировать постановку задачи. Покажите только основные соотношения и обязательно дайте комментарий. Скажите, что основная часть теории находится в содержании работы (реферате).

Экспериментальная часть (для работ экспериментального типа) (1,5-2 мин.)

Покажите и объясните суть проведённого Вами эксперимента. Остановитесь только на главном, основном. Второстепенное оставьте для вопросов.

Результаты работы (до 1 мин.)

1. Перечислите основные, наиболее важные, на Ваш взгляд, результаты работы.
2. Расскажите, как он был получен, укажите его характерные особенности.
3. Поясните, что Вы считаете самым важным и почему.
4. Следует ли продолжать исследование, и, если да, то в каком направлении?
5. Каким результатом можно было бы гордиться? Остановитесь на нём подробно.

6. Скажите, что следует из представленной вами информации.

7. Покажите, удалось ли разобраться в вопросах, сформулированных при постановке задачи. Обязательно скажите, достигнута ли цель работы. Закончено ли исследование?

8. Какие перспективы?

9. Покажите, что результат Вам нравится.

Выводы (до 1 мин.)

Сжато и чётко сформулируйте выводы. Покажите, что твёрдо установлено в результате проведённого теоретического или экспериментального исследования. Что удалось надёжно выяснить? Какие факты заслуживают доверия?

Завершение доклада

Поблагодарите всех за внимание. Помните: если Вы закончили свой доклад на 15 секунд раньше, все останутся довольны и будут ждать начала вопросов и дискуссию. Если Вы просите дополнительно ещё 3 минуты, Вас смогут потерпеть. Это время могут отнять от времени для вопросов, где Вы могли бы показать себя с хорошей стороны. Поэтому есть смысл предварительно хорошо "вычитать" (почти выучить) доклад. Это лучший способ научиться управлять временем.

Требования к предъявлению доклада во время выступления

Докладчику следует знать следующие приёмы, обеспечивающие эффективность восприятия устного публичного сообщения.

Приемы привлечения внимания

1. Продуманный первый слайд презентации.
2. Обращение.
3. Контакт глаз.
4. Позитивная мимика.
5. Уверенная пантомимика и интонация.
6. Выбор места.

Приемы привлечения интереса

В формулировку актуальности включить информацию о том, в чём может быть личный интерес слушателей, в какой ситуации они могут его использовать?

Приемы поддержания интереса и активной мыслительной деятельности слушателей

1. Презентация (образы, схемы, диаграммы, логика, динамика, юмор, оформление).
2. Соответствующая невербальная коммуникация (все составляющие!!!).
3. Речь логичная, понятная, средний темп, интонационная выразительность.
4. Разговорный стиль.
5. Личностная вовлеченность.
6. Образные примеры.
7. Обращение к личному опыту.
8. Юмор.
9. Цитаты.
10. Временное соответствие.

Приемы завершения выхода из контакта

- обобщение;
- метафора, цитата;
- побуждение к действию.

6. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [5].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

---

[5] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[6].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

7. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

---

[6]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;
- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

8. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы (курсового проекта)

Содержание основных этапов подготовки курсовой работы

Курсовая работа (проект) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной финансовой ситуации.

Курсовая работа (проект) не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в курсовой работе должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки курсовой работы (проекта) студентом.

Выполнение курсовой работы (проекта) начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана;
- составление графика выполнения курсовой работы.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания курсовой работы. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение курсовой работы (проекта) предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана студент осуществляет сбор фактического материала, необходимых цифровых данных. Затем полученные результаты подвергаются анализу, статистической, математической обработке и представляются в виде текстового описания, таблиц, графиков, диаграмм. Программа исследования и анализ полученных результатов составляют содержание второй (аналитической) главы.

В третьей (рекомендательной) части должны быть отражены мероприятия, рекомендации по рассматриваемым проблемам.

Рабочий вариант текста курсовой работы предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы (проекта) студентов проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

Рекомендации по подготовке к защите курсовой работы (проекта).

При подготовке к защите курсовой работы студент должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита курсовой работы (проекта) проводится в университете при наличии у студента курсовой работы (проекта), рецензии и зачетной книжки. Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту курсовой работы (проект) и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ (проектов), найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных студенческих работ.

9. Работа с источником

Чтение источника (книги, статьи, отчета и т.п.) рекомендуется осуществлять в два этапа:

I этап — ознакомительное чтение;

II этап — основное чтение с записями.

Первый этап – это предварительное ознакомление с источником (книгой, отчетом, статьей и т.д.).

Ознакомление должно дать ответ – представляет ли источник интерес, и если да, то в чем, какими методами его можно обработать.

Второй этап – основное чтение источника и записи. Запись – наиболее эффективный путь усвоения информации. Это связано с тем, что она представляет (должна представлять) творческий процесс анализа содержания источника, определение наиболее существенного в информации, содержащейся в источнике, и отбор самого важного для того, чтобы дать эту информацию в сжатом ("свернутом") виде.

Важными факторами при проработке литературы (особенно нового текста) являются настойчивость и систематичность. Последовательное, систематическое, аналитическое чтение облегчает усвоение прорабатываемого материала.

При записи используется не только зрительная, но и двигательная память. Формы

Критерии оценки для работы с источником

Оценка
Результат освоения
5 -если представлена интересная актуальная информация, сопровождаемая презентацией;

4 - если информация представлена актуальная, но презентация не вполне презентабельна;
3 -если информация не вполне актуальна, презентация отсутствует;
2 - если информация не актуальна, не представлена презентация.

Составление опорных конспектов

Примерный порядок составления опорного конспекта

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
2.Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
5. Составление опорного конспекта.

Критерии оценивания при составлении опорного конспекта

Оценка «5» - конспект составлен по плану, соблюдается логичность, последовательность изложения материала, качественное внешнее оформление, объем - 4 тетрадные страницы;
Оценка «4» - конспект выполнен по плану, но некоторые вопросы раскрыты не полностью, есть небольшие недочеты в работе, объем – 4 тетрадные страницы;
Оценка «3» - при выполнении конспекта наблюдается отклонение от плана, нарушена логичность, отсутствует внутренняя логика изложения, удовлетворительное внешнее оформление, объем менее 4 страниц;
Оценка «2» - тема не раскрыта, неудовлетворительное внешнее оформление, объем менее 2 страниц.

10. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают

полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для

того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;

- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации по написанию

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по дисциплине

Б1.О.28 ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Горные машины и оборудование

год набора: 2022

Автор: Иванов И. Ю., к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Горных машин и комплексов	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Лагунова Ю.А.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 02.09.2021	Протокол № 2 от 12.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ 5

2. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 6

3. Виды контроля 7

ЛИТЕРАТУРА 8

ВВЕДЕНИЕ

При расчете и конструировании горных машин и оборудования решаются задачи по определению их технологических параметров. Выпускники университета должны уметь применять соответствующие методики расчета для выбора объектов горных комплексов для соответствующих условий разработки МПИ.

Цель практических занятий: закрепление приобретенных студентами навыков выбора машин и оборудования в горнодобывающей отрасли.

Практические занятия призваны закреплять теоретический материал по следующим компетенциям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки ***21.05.04 Горное дело***:

общепрофессиональные

- способность применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов (ОПК-16);

Результат изучения дисциплины: «Горные машины и оборудование»

Знать:

- основные тенденции развития горных машин и оборудования;
- основные принципы конструкции и работы механизмов и систем горных машин и оборудования;
- правила эксплуатации машин и оборудования для горных работ
- конструктивные особенности различных видов горного оборудования;
- классификации различных горных машин и оборудования;
- системы автоматизации горных машин и оборудования;
- методики программного и дистанционного управления.

Уметь:

- обоснованно делать выбор машин и оборудования для заданных горно-геологических условий и объемов горных работ;
- самостоятельно осваивать новые конструкции горных машин, их механизмов и систем;
- проводить расчеты основных параметров горного оборудования,
- определять производительность оборудования;
- осуществлять обработку полученных материалов на ЭВМ.

Владеть:

- навыками проведения расчетов рабочих нагрузок;
- методами определения основных параметров и производительности горных машин и оборудования с использованием средств вычислительной техники, обработки полученной информации и физической интерпретации данных;
- спецификой условий работы горного оборудования;
- основными направлениями автоматизации горных машин и оборудования;
- навыками использования специализированных информационных источников и литературы.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний студентов — их теоретической готовности к выполнению задания.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие частично поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

При планировании практических занятий преподаватель использует различное сочетание репродуктивных, частично поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации студентов на практических занятиях:

- фронтальная,

- групповая

- индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2—5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Содержанием практических занятий является:

• решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.);

• выполнение вычислений, расчетов, чертежей;

• изучение, заполнение, разработка инструкционных и технологических карт;

• работа с измерительными приборами, оборудованием;

• самостоятельное выполнение технологических операций;

• работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками;

• составление технической и специальной документации и др

2. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 3: Элементы конструкции горных машин

Рабочий инструмент горных машин. Виды. Геометрические параметры. Исполнительные органы горных комбайнов. Классификация.

Органы перемещения.

Органы погрузки.

Тема 4: Машины для бурения.

Машины для бурения. Принципиальные схемы и конструктивные особенности бурильных машин для вращательного, ударного, ударно-вращательного и вращательно-ударного бурения. Расчет основных параметров бурильных машин.

Бурильные установки.

Буровые станки для подземного бурения.

Определение производительности и эффективности бурильных установок и буровых станков.

Тема 5: Машины для зарядки.

Машины для зарядки. Классификация, назначение и структурные схемы зарядных машин. Принципиальные схемы и конструктивные особенности зарядных машин. Расчет основных параметров зарядных машин. Определение производительности и эффективности зарядных машин.

Тема 6: Погрузочно-транспортные машины.

Погрузочно-транспортные машины. Классификация, назначение и структурные схемы погрузочных и погрузочно-транспортных машин. Определение оптимальных параметров погрузочных и погрузочно-транспортных машин. Конструктивные особенности и основные расчетные характеристики погрузочных и погрузочно-транспортных машин.

Тема 7: Машины для крепления выработок.

Машины для крепления выработок. Принципиальные схемы и конструктивные особенности машин для крепления выработок. Расчет основных параметров машин для крепления выработок. Определение производительности и эффективности машин для крепления выработок.

Тема 8: Горные комбайны и комплексы.

Горные комбайны и комплексы. Классификация, назначение и структурные схемы горных комбайнов и комплексов. Конструктивные особенности и основные расчетные характеристики горных комбайнов и комплексов.

Тема 9: Выемочно-транспортирующие машины.
Выемочно-транспортирующие машины (ВТМ). Классификация и назначение ВТМ. Конструктивные особенности бульдозеров, скреперов. Расчет основных параметров ВТМ.

Практико-ориентированные задания при выполнении практических работ:

№ п/п	**Тема**	**Содержание ответа**
1	Рабочие органы и инструмент горных машин	Описать: основные виды инструментов Проанализировать чертежи с конструкциями различных буровых станков, выявлять достоинства и недостатки каждой установки
2	Гидравлические крепи	Описать: основные виды применяемых на подземных горных работах Проанализировать по чертежам конструкции различных крепей Подобрать тип крепи для конкретных горно-геологических условий
3	Очистные комбайна	Описать: основные виды очистных комбайнов применяемых на открытых горных работах Проанализировать по чертежам конструкции различных конструкции очистных комбайнов Подобрать тип очистных комбайнов для конкретных горно-геологических условий
4	Проходческие комбайны	Описать: основные виды комбайнов применяемых на подземных горных работах Проанализировать по чертежам конструкции различных комбайнов Подобрать тип комбайна для конкретных горно-геологических условий
5	Транспортирующее и погрузочное оборудование	Описать: схему расположения силового оборудования в корпусах буровых станков и погрузчиков Определить механические характеристики различных типов двигателей Сделать выбор силового оборудования для различных типов буровых станков и погрузчиков
6	Очистные и проходческие комплексы	Описать: основные виды очистных и проходческих комплексов применяемых на подземных горных работах Проанализировать по чертежам конструкции различных конструкции очистных и проходческих комплексов Подобрать тип очистных и проходческих комплексов для конкретных горно-геологических условий

Примеры заданий:

1. Определение максимально возможной производительности комбайна
2. Расчет главного параметра качества ремонта.
3. Расчёт производительности оборудования для подземных разработок.

3. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Оценивание практических работ проводится дифференцированно (по пятибалльной системе) и при определении оценок за семестр рассматривается как один из основных показателей текущего учета знаний.

Вопросы для опроса:

1. Оборудование для крепления выработок.
2. Механизация возведения сборной, анкерной, набрызгбетонной и бетонной монолитной крепи.
3. Механизированные гидравлические крепи.
4. Очистные комбайны. Конструкции комбайнов для наклонных и крутонаклонных пластов. Технические характеристики комбайнов.
5. Очистные комплексы и агрегаты. Увязка параметров машин комплекса и агрегата.
6. Проходческие и нарезные комбайны. Определение производительности проходческих и нарезных комбайнов.
7. Управление комплексами и агрегатами в профиле пласта.
8. Системы перемещения очистных и проходческих машин. Конструкции органов перемещения.
9. Устойчивость горных машин. Устойчивость секций механизированных крепей.
10. Автоматизация горных машин. Программное и дистанционное управление.
11. Проходческие комбайны
12. Классификация и требования, предъявляемые к проходческим комбайнам
13. Стреловые проходческие комбайны
14. Буровые проходческие комбайны для проведения горизонтальных выработок
15. Буровые комбайны для проведения наклонных и вертикальных выработок
16. Нарезные комбайны
17. Тенденции развития горнопроходческих комбайнов
18. Очистные комбайны
19. Классификация и требования, предъявляемые к очистным комбайнам
20. Конструкции и компоновка очистных комбайнов
21. Перспективы совершенствования очистных комбайнов
22. Оборудование для крепления и управления кровлей в очистном забое
23. Классификация и требования, предъявляемые к механизированным крепям
24. Конструкции механизированных гидравлических крепей для лав
25. Современные тенденции развития механизированных крепей
26. Очистные и проходческие комплексы и агрегаты
27. Классификация очистных и проходческих комплексов
28. Компоновочные схемы очистных комплексов и агрегатов
29. Выбор оборудования и согласование режимных параметров
30. Схемы работы очистных комплексов (агрегатов) и автоматизация их управления функциональных машин очистных комплексов и агрегатов
31. Комплекты, комплексы и агрегаты для проведения подготовительных выработок
32. Оборудование для возведения крепи из сборных элементов
33. Комбайновые комплексы для проведения подготовительных выработок

Критерии оценивания: полнота и правильность ответа на вопрос, наличие вывода, соблюдение нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой. Каждый показатель – 1 балл

Критерии оценки:

Ответ правильный, всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, показывает умение студента делать выводы, соблюдать нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой (полный и правильный ответ) – 4 балла.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям - студент обстоятельно владеет материалом, показывает умение делать выводы, соблюдать нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (неточный, правильный ответ) – 3 балла.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы, студент поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты - затрудняется делать выводы, использовать нормы литературной речи, профессиональной лексики (неточный и неполный ответ) – 2 балла.

Ответы на вопросы неправильны или не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний, бытовая речь, неумение делать выводы, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 1 балл.

Два и более существенных дополнения к ответу – 3 балла.

Одно существенное дополнение к ответу на вопрос – 1 балл

ЛИТЕРАТУРА

1. **Горные машины для подземной разработки месторождений полезных ископаемых**: учебное пособие / Н. М. Суслов, А. П. Комиссаров; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2017. - 155 с. : ил. - Библиогр.: с. 151-154. - **ISBN** 978-5-8019-0416-0
2. Тургель Д.К. Горные машины и оборудование подземных разработок: учебное пособие / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2007. - 302 с. : ил. - Библиогр.: с. 298-299.
3. Иванов И.Ю. Рабочий инструмент горных машин: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 23 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 22.
4. Иванов И.Ю. Погрузочно-доставочные машины: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 22 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 21.
5. Комплексы для проходки восстающих выработок: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Горные машины и оборудование подземных горных работ" для студентов специальности 21.05.04 - "Горное дело" специализации "Горные машины и оборудование" очного и заочного обучения / И. Ю. Иванов. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 23 с. : ил. - Библиогр.: с. 22.
6. Комиссаров А.П., Суслов Н.М., Тургель Д.К. Горные машины для разработки рудных месторождений: учеб. пособие / Уральская гос. горно-геологическая академия. - Екатеринбург: УГГГА, 1994. - 108 с. : ил. - Библиогр.: с. 105.

7. Очистные комбайны/ Мутыгуллин А.В. [и др.]. – Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр»: 2014. – 576 с. http://library.gorobr.ru/catalog/gornoe-delo?view=content&id=30060

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Учебное пособие
по дисциплинам: «Стационарные машины», «Горные машины и оборудование», «Грузоподъемные машины и механизмы», «Насосы и компрессоры»
для выполнения контрольных и расчетно-графических работ студентов направлений:
специалитета 21.05.04 – Горное дело, бакалавриата 15.03.02 – Технологические машины и оборудование
всех форм обучения

Екатеринбург
2019

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического
факультета УГГУ
«19» апреля 2019 г.
Председатель комиссии
_проф. В. П.Барановский

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Учебное пособие
по дисциплинам: «Стационарные машины», «Горные машины и оборудование», «Грузоподъемные машины и механизмы», «Насосы и компрессоры» для выполнения контрольных и расчетно-графических работ студентов направлений: специалитета 21.05.04 – Горное дело, бакалавриата 15.03.02 – Технологические машины и оборудование
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

С78

Рецензенты: Дмитриев В. Т., д-р техн. наук, профессор кафедры эксплуатации горного оборудования Уральского государственного горного университета

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры горной механики 18 апреля 2019 г. (протокол № 179) и рекомендовано для издания в УГГУ

С78 СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ: учебное пособие по дисциплинам: «Стационарные машины», «Горные машины и оборудование», «Грузоподъемные машины и механизмы», «Насосы и компрессоры» для выполнения контрольных и расчетно-графических работ студентов направлений: специалитета 21.05.04 – «Горное дело», бакалавриата 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения / С. В. Белов, В. Я. Потапов, А. В. Долганов, П. А. Костюк. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 165 с.
ISBN 978-5-8019-0406-1

Учебное пособие содержит необходимые материалы для решения различных задач по дисциплинам «Стационарные машины», «Горные машины и оборудование», «Грузоподъемные машины и механизмы», «Насосы и компрессоры» и выполнения контрольных и расчетно-графических работ.

Учебное пособие может быть использовано также студентами других специальностей УГГУ очного и заочного обучения при выполнении аналогичных работ.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: специалитета 21.05.04 – Горное дело и бакалавриата 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения.

ISBN 978-5-8019-0406-1

© Уральский государственный горный университет, 2019
© Белов С. В., Потапов В. Я., Долганов, А. В., Костюк П. А., 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Коренная перестройка системы образования выдвигает на первый план усиление самостоятельной работы учащихся.

Хорошее знание теории, конструкции машин не может быть гарантией правильного решения многих практических вопросов. Решение задач по горной механике в значительной степени восполняет такой пробел, поэтому при изучении специальных дисциплин в технических учебных заведениях этому виду учебной работы придается большое значение. Он способствует формированию материалистического мировоззрения, лучшему пониманию теории, установлению связи ее с практикой, расширяет эрудицию, развивает логическое мышление, стремление к преодолению трудностей, вырабатывает культуру труда.

Развитие этого направления в обучении требует создания соответствующей учебной литературы. В предлагаемом учебном пособии приведены задачи по основным разделам горной механики — предмета, изучающего сложные, дорогостоящие и энергоемкие вентиляторные, водоотливные, пневматические и подъемные установки, без которых невозможна добыча полезных ископаемых.

Учебное пособие позволит повысить уровень теоретической и профессиональной подготовки будущих специалистов.

ГЛАВА ПЕРВАЯ ШАХТНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ И ВОДООТЛИВНЫЕ УСТАНОВКИ

1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТУРБОМАШИН

Примеры расчета

1.1. Определить напор насоса при его подаче Q = 125 м^3/ч и к.п.д, трубопровода, если геометрическая высота подачи $H_г$ = 420м; коэффициент гидравлических сопротивлений $\xi_с$ = 176, диаметр трубопровода d = 150 мм. Построить характеристику трубопровода.

Решение. Сопротивление сети (трубопровода)

$$R = \frac{1+\xi_c}{2gF^2} \qquad (1.1)$$

где g = 9,81 м/с^2 — ускорение свободного падения; $F = \frac{\pi d^2}{4}$ - площадь поперечного сечения внешней сети, м^2.

Подставляя заданные значения, получим:

$$R = \frac{1 + 176}{2 \cdot 9{,}81\left(\frac{\pi 0{,}15^2}{4}\right)} = 28920$$

.

Напор турбомашины (м)

$$H = H_r + RQ^2, \qquad (1.2)$$

т.е.

$$H = 420 + 28920\left(\frac{125}{3600}\right)^2 = 454{,}9$$

При $H_г$ = 0

$$H = RQ^2 \; ; \; p = RQ^2 \qquad (1.3)$$

К.п.д. трубопровода

$$\eta_т = H_r/H \qquad (1.4)$$

т.е. $\eta_т = 420/454{,}9 = 0{,}92$

Уравнение характеристики трубопровода по формуле (1.2) :

---

[1] Формула применяется для расчетов вентиляционных установок. Здесь р- давление воздуха вентиляционной сети.

$$H = 420 + 28920Q^2$$

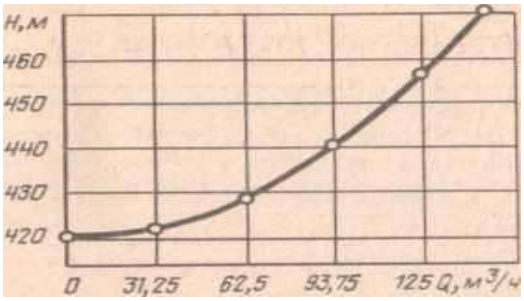


Рис. 1.1. Характеристика трубопровода (к примеру 1.1)

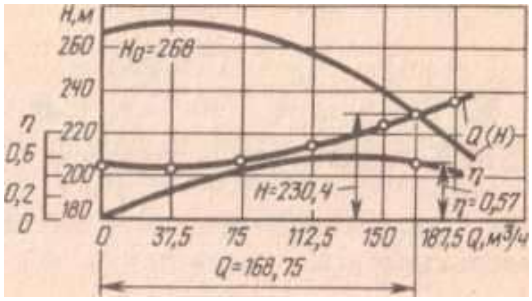


Рис. 1.2. Характеристики насоса и трубопровода (к примеру 1.2)

В полученное выражение подставляем значения Q от 0 до 1,25 требуемой подачи и получаем соответствующие значения.

Задаваемые значения	О	0,25Q	0,50	0,750	Q1,250
Q,м^3/ч.....	О	31,25	62,5	93,75	125 156,25
Qм^3/с.....	О	0,00868	0,01736	0,02604	0,03472 0,04340
H,м	420	422,2	428,7	439,6	454,9 474,5

По полученным данным строим характеристику трубопровода (рис. 1.1).

1.2. Определить рабочий режим насоса, характеристика которого приведена на рис. 1.2, если H = 225 м; Q = 150 м^3/ч и $H_г$ = 205 м. Построить характеристику трубопровода.

Решение. Сопротивление сети (трубопровода) определяем из формулы (1.2) :

$$R = \frac{H - H_r}{Q^2} = \frac{225 - 205}{(150/3600)^2} = 11520$$

Уравнение характеристики трубопровода принимает вид:

$$H = 205 + 11520Q^2$$

Ниже приведены результаты вычислений по этому уравнению.

Задаваемые значения...	0	0,25Q	0.5Q	0.75Q	Q	1.25Q
Q, м^3/ч…….	0	37,5	75	112,5	150	187,5
Q, м^3/с…….	0	0,0104	0,0208	0,0312	0,0417	0,0521
Н, м…….	205	206,25	210,2	216,2	225	236,3

По полученным данным строим характеристику трубопровода в том же масштабе, что и характеристика насоса (см. рис. 1.2).

В точке пересечения характеристик получим: Q =168,75 м^3/ч; H = 230,4 м^2; η = 0,57.

Для обеспечения устойчивого режима работы необходимо условие:

$$H_r/H_o \leq 0{,}9 \div 0{,}95 \qquad (1.5)$$

В данном случае 205/268=0,765; что соответствует условию.

1.3. Определить мощность двигателя вентилятора в рабочем режиме, если его подача Q = 36,5 м^3/с; давление p = 1450 Па; η = 0,72. Вал вентилятора непосредственно соединен с валом двигателя, к.п.д. передачи от вала двигателя к валу вентилятора $\eta_п$ = 1.

$$N = \frac{Q_p}{1000\eta\eta_n} \qquad (1.6)$$

т.е

$$N = \frac{35{,}5 \cdot 1450}{1000 \cdot 0{,}72} = 73{,}5\text{кВт},$$

1.4. Определить мощность двигателя насоса в рабочем режиме, если его подача Q = 70 м^3/ч; H = 220 м; плотность воды ρ= 1000 кг/м^3 ; η = 0,68. Вал насоса непосредственно соединен с валом двигателя.

Решение. Мощность двигателя (кВт) насоса

$$N = \frac{Q\rho gH}{1000\eta\eta_П}, \qquad (1.7)$$

где $\eta_п$ = 1 — к.п.д. передачи от вала двигателя к валу насоса, отсюда

$$N = \frac{70 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 220}{3600 \cdot 1000 \cdot 0{,}68} = 61{,}7\text{кВт}. \qquad 1.$$

1.5. Определить, как изменяются подача насоса, напор и мощность, если R = const, а частота вращения рабочего колеса увеличится с n_1 = 400 об/мин до n_2 = 440 об/мин.

---

[2]Графическое определение Н можно проверить, подставив полученное значение Q в уравнение Н =205 + 11520Q^2. Такую же проверку производят для задач для задач 1.5 - 1.8.

Решение. Подача насоса прямо пропорциональна частоте вращения ее в первой степени

$$Q_1/Q_2, = n_1/n_2. \quad (1.8)$$

На основании этого подача увеличится в $Q_2/Q_1 = 440/400 = 1{,}1$ раза, или на 10 %.

Напор насоса прямо пропорционален частоте вращения ее во второй степени:

$$H_1/H_2 = (n_1 h_2)^2. \quad (1.9)$$

В связи с этим напор увеличится в H_2/H_1 — $440^2/400^2 = 1{,}21$ раза, или на 21 %.

Мощность насоса прямо пропорциональна частоте вращения ее в третьей степени:

$$N_1/N_2 = (n_1/n_2)^3, \quad (1.10)$$

следовательно, мощность увеличится в $N_2/N_1 = 440^3/400^3 = 1{,}33$ раза, или на 33 %.

Задачи.

1.1. Определить давление воздуха в вентиляционной сети и построить ее характеристику, если $R = 0{,}144$; $Q = 1800$ м^3 /мин.

1.2. Определить давление воздуха в вентиляционной сети и построить ее характеристику, если $Q = 2200$ м^3/мин; $R = 1{,}26$.

1.3. Определить напор насоса и к.п.д. трубопровода, если $Q = 70$ м^3/ч; $H_г = 170$ м; $\xi = 69{,}4$; $d = 125$ мм. Построить характеристику сети.

1.4. Определить напор насоса и к.п.д. трубопровода, если $Q = 150$ м^3/ч; $H_г = 255$м; ξе $= 79{,}6$; $d = 150$ мм. Построить характеристику сети.

1.5. Определить расход воды в трубопроводе, если $H = 258$ м; $H_г = 245$ м; $\xi_с = 87{,}4$; $d = 250$ мм.

1.6. Определить диаметр трубопровода, если $H = 350$ м; $H_г = 330$м; $Q = 250$ м^3/ч; $\xi = 7{,}04$.

1.7. Определить геометрическую высоту подачи, если

H = 255 м; ξ_c = 85; скорость жидкости в трубопроводе $V_т$ = 2 м/с.

1.8. Определить сопротивление вентиляционной сети, если ρ = 400 Па; Q = 3000 м^3/мин.

1.9. Определить сопротивление трубопровода, если H = 203 м; η =0,916; Q = 250 м^3/ч.

1.10. Определить коэффициент сопротивлений в трубопроводе, если H = 165 м; η = 0,95; Q = 200м^3/ч; $V_т$=1,55 м/с.

1.11. Построить характеристику вентиляционной сети, если ρ = 860 Па; Q = 1750 м^3/мин.

1.12. Построить характеристику трубопровода насоса, если H = 200 м; $H_г$ = 186 м; R = 26700.

1.13. Построить характеристику трубопровода насоса, если H = 200 м; η = 0,92; Q = 50 м^3/ч.

1.14. Определить рабочий режим насоса, характеристика которого приведена на рис. 1.3, если в сети $H_г$ = 292 м; Q = 300 м^3/ч; H= 272 м.

1.15. Определить рабочий режим насоса, характеристика которого приведена на рис. 1.3, если в сети H = 295 м; Q = 270 м^3/ч; $H_г$ = 260 м.

1.16. Определить рабочий режим насоса, характеристика которого приведена на рис. 1.4, если в сети H = 190 м; Q — 65 м^3/ч; $H_г$ = 160 м.

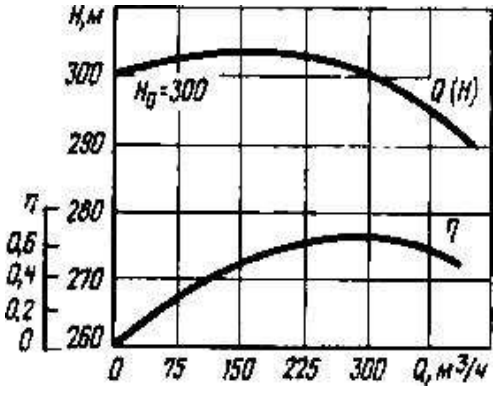


Рис. 1.3. Характеристика насоса (к задачам 1.14 и 1.15)

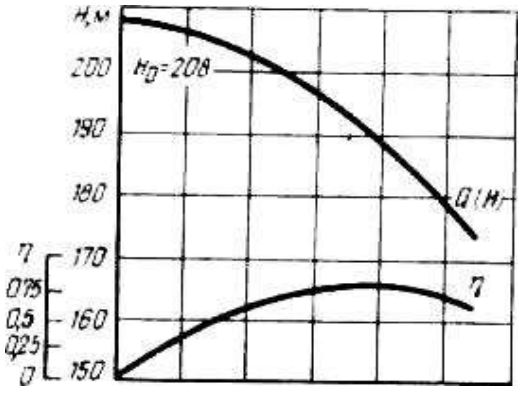


Рис* 1,4. Характеристика насоса (к задачам 1.16 и 1.17)

1.17. Определить рабочий режим насоса, характеристика которого приведена на рис. 1.4, если в сети H = 180 м; Q = 70 м^3/ч; $H_г$ =165 м.

1.18. Определить мощность двигателя вентилятора, если Q = 18 м^3/с;

p = 800 Па; η = 0,6. Вал вентилятора непосредственно соединен с валом двигателя.

1.19. Определить мощность двигателя вентилятора, если Q = 20м^3/с; ρ = 1400 Па; η = 0,57. Вал вентилятора непосредственно соединен с валом двигателя.

1.20. Определить мощность двигателя насоса, если Q = 300 м^3/ч; ρ= 1000 кг/м^3; H = 410 м; η = 0,69. Вал насоса непосредственно соединен с валом двигателя.

1.21. Определить мощность двигателя насоса, если Q = 100 м^3/ч; ρ = 1050 кг/м^3; H= 240 м; η = 0,62; $\eta_п$ = 0,9.

1.22. Определить подачу, давление и мощность при частоте вращения рабочего колеса вентилятора n_2 = 700 об/мин, если при n = 1000 об/мин:

Q, = 50 м^3/с; p_1= 2100 Па; N_1 = 180 кВт; R= const.

1.23. Определить частоту вращения колеса турбомашины, соответствующую подаче Q_2 = 60 м^3/ч; если при n_1= 1450 об/мин: Q_1 = = 50 м^3/ч; R = const.

1.24. Определить частоту вращения колеса вентилятора, соответствующую давлению p_2 = 3500 Па, если при n_1= 750 об/мин: p_1 = 3300 Па, R = const.

1.25. Определить частоту вращения колеса вентилятора, соответствующую мощности N_2 = 85 кВт, если при n_1 = 960 об/мин: N_1 = = 65 кВт; R = const.

1.26. Определить, как изменяется давление, создаваемое вентилятором, и мощность, если подача возрастет на 35 % при R = const.

1.27. Определить, как изменяется подача и давление вентилятора, если потребляемая мощность увеличится в 1,5 раза, R = const.

1.28.Определить давление, создаваемое вентилятором, и мощность при Q_2= 3800 м^3/мин, если при Q_1 = 3200 м^3/мин: p_1 = 1600 Па; N=155 кВт; R = const.

1.29.Определить давление вентилятора и мощность при Q_2 = 80 м^3/с,

если при p_1 = 1450 Па: N_1 = 240 кВт; $Q1$ =100 м^3/с; R = const

2.ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

§ 1. ВЫБОР И РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

Пример расчета 1.6. Рассчитать вентиляторную установку для шахты первой категории по газовому режиму. Требуемая подача установки Q= 300 м^3/с, минимальное давление $P_{\text{s v min}}$= 130 даПа, максимальное $P_{\max}$ = 250 даПа. Срок службы установки — 15 лет.

Решение. 1. Выбор наивыгоднейшей установки. С экономической точки зрения для заданных условий наиболее эффективна вентиляторная установка с минимальными приведенными среднегодовыми затратами (р.)

$$C = C_{\text{з}}C_{\text{а}}C_{\text{р}}C_{\text{з}}\text{C}_{\text{м}} + \text{EC}_{\text{у}}. \qquad (1.13)$$

где $C_э$ — среднегодовая стоимость электроэнергии; C_a — амортизационные отчисления по вентиляторной установке; $C_р$ — годовые затраты на ремонты, ревизии и наладки; $C_з$ — заработная плата обслуживающего персонала с доплатами и начислениями; $C_м$, $C_у$ — стоимость соответственно материалов и вентиляторной установки; E = 0,15 — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в угольной промышленности.

Затраты $C_{\text{р}}$, $C_з$ и $C_{\text{м}}$ незначительны по сравнению с капитальными затратами и стоимостью электроэнергии. Кроме того, разница затрат для сравниваемых установок столь мала, что их можно считать одинаковыми. Таким образом,

$$\text{C} = \text{C}_{\text{з}}\text{C}_{\text{а}}\text{EC}_{\text{у}} \qquad (1.14)$$

Среднегодовую стоимость (р.) электроэнергии определяем по двухставочному тарифу — за израсходованную активную энергию и установленную мощность.

Годовую сумму амортизационных отчислений находим по стоимости оборудования согласно номенклатурным справочникам. Стоимость зданий и

строительных сооружений определяем по сметам типовых проектов строительства вентиляторных установок. Нормы амортизационных отчислений: для зданий и строительных сооружений — 3,1 %; электропривода — 8,1 %; пускорегулирующей аппаратуры -- 19,8 %; механического оборудования — 12,1%; аппаратуры автоматизации — 19,9%. Стоимость монтажа составляет ориентировочно 14 % стоимости оборудования.

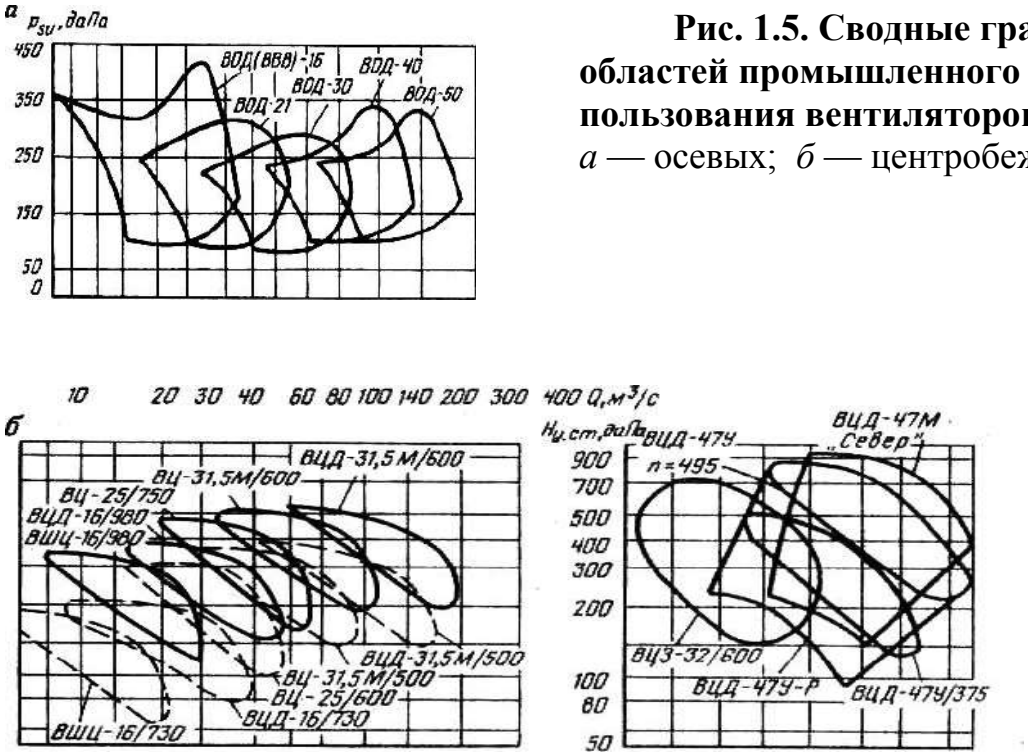


Рис. 1.5. Сводные графики областей промышленного использования вентиляторов: *а* — осевых; *б* — центробежных

Наносим точки (Q; $P_{sv\ min}$)и (Q; $P_{\text{sv max}}$) на сводные графики $Q= f(p_{\text{sv}})$ областей промышленного использования вентиляторных установок (рис. 1.5), по которым находим, что в заданных условиях проветривание шахты могут обеспечить вентиляторные установки ВОД-40 и ВОД-50.

Рассчитаем среднегодовые приведенные затраты по этим установкам.

По аэродинамическим характеристикам установок определяем к.п.д. и мощность двигателя при $P_{sv\ min}$ и $P_{\text{sv max}}$

Для установки ВОД-40: $\eta_{sv\,\text{min}}$=0,63 $\eta_{\text{sv max}}$=0,67; $\eta_{sv\,ср}$=0,695; N=950 кВт;

Для установки ВОД-50: $\eta_{sv\,\text{min}}$= 0,67; $\eta_{\text{sv max}}$=0,78; $\eta_{\text{sv ср}}$=0.72; N=950 кВт.

Ориентировочно для установки ВОД-40 принимаем электродвигатель СДН 16-41-16 мощностью 1000 кВт; n= 375 об/мин; $\eta_{д}$ = 0,94; cos$\varphi_{д}$= 0,9 и для установки ВОД-50 — электродвигатель СДН 17-31-20 мощностью 1000 кВт; n = 300 об/мин; $\eta_{д}$ = 0,93; cos$\varphi_{д}$=0,9

Среднегодовой расход электроэнергии (кВт* ч) вентиляторной установкой за определенный период эксплуатации

$$W_r = \frac{Q_{ср} p_{ср}}{1000 \eta_{ср} \eta_{п} \eta_{д} \eta_{с} \eta_{р}} \qquad (1.15)$$

где $Q_{СР}$= (Q_{MAX}+ Q_{MIN}) /2 - среднее значение подачи, м^3 /с; $P_{ср}^{=}$ = (p_{max} + p_{min})/2— среднее значение давления, Па; $\eta_{ср}$- средний к.п.д вентиляторной установки в течение расчетного периода эксплуатации; $\eta_{п}$= 0,9…0,95; $\eta_{д}$= 0,85….0,95; $\eta_{с}$= 0,95… 0,98 — к.п.д. соответственно передачи от двигателя к вентилятору (если она применяется), двигателя и электрической сети; $\eta_{р}$=0,8…0,9 — к.п.д. регулирования, учитывающий связанные с ним затраты энергии; $\eta_{ч}$ и $\eta_{д}$— число соответственно часов работы вентилятора в сутки и дней его работы в году.

Для вентиляторной установки ВОД-40

$$W_{1r} = \frac{300(1300 + 2500)}{(1000 \cdot 0{,}695 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}8)^2} 24 \cdot 365 = 10056300 \text{кВт} \cdot \text{ч}.$$

Аналогично для установки ВОД-50$W_{2г}^{2}$= 9811800 кВт·ч.

Среднегодовая стоимость электроэнергии (р.)

$$С_{э} = W_r k_a + N_y k_y \ , \qquad (1.16)$$

где k_a = 0,01 р. и $к$ = 36 р. — стоимость соответственно 1 кВт*ч и годовая 1 кВА.

Установленная мощность (кВ·А) двигателя

$$N_y = N/(n_{д} \cos \varphi_{д}). \qquad (1.17)$$

Для установки ВОД-40:

$N_{1y} = 100/0{,}94 \cdot 0{,}9 = 1182$ кВт·А ;

$С_{1Э} = 10056300 \cdot 0{,}01 + 1182 \cdot 36 = 114120$ р.

Аналогично для установки ВОД-50 : N_{2y}= 1195 кВа; $C_{2Э}$ = 141138 руб.

Ниже приведены результаты расчета капитальных затрат и амортизационных отчислений для установок.

Тип установки……	ВОД-40	ВОД-50
Стоимость, тыс. р.:		
оборудования и монтажа……..	167,8	195,4
зданий и сооружений…….....	286	386
установки (общие капитальные затраты)	453,8	581,4
Годовые амортизационные отчисления, тыс. р.:		
по оборудованию…….....	20,1	23,4
по зданиям и сооружениям…….....	8,9	12
Суммарные амортизационные отчисления, тыс. р……	29	35

Среднегодовые затраты по формуле (1.14) для установок ВОД-40 и ВОД-50 соответственно:

$$\mathrm{C}_1 = \mathrm{C}_{1э}\mathrm{C}_{1а}\mathrm{EC}_{1у} = 144120 + 2900 + 0{,}15 \cdot 453800 = 241190 \text{ р.}$$

$$\mathrm{C}_2 = 141138 + 3500 + 0{,}581400 = 263348 \text{ р.}$$

Таким образом, установка ВОД-40 экономичнее установки ВОД-50, так как среднегодовые затраты при ее применении меньше на 22158 р.

Окончательно принимаем установку с двумя вентиляторами ВОД-40 при частоте вращения n= 375 об/мин.

2.Регулирование рабочих режимов вентилятора осуществляется изменением углов установки лопастей на рабочих колесах.

3. Характеристики вентиляционной сети. При минимальном и максимальном давлениях сопротивление сети согласно второй из формул (1.3) соответственно:

$$R_{min} = p_{sv\,min}/Q^2 = 1300/300^2 = 0.0145;$$

$$R_{\max} = p_{sv\max}/Q^2 = 2500/300^2 = 0.0278,$$

откуда уравнения характеристик сети:

$$p_{sv\,min} = 0{,}0145Q^2$$

$$p_{sv\,max} = 0{,}0278Q^2$$

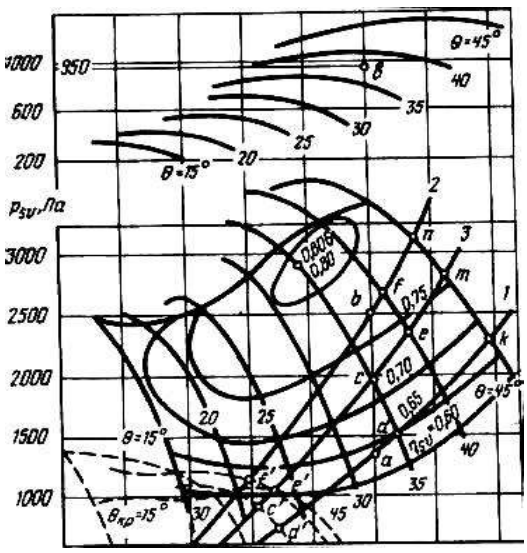


Рис. 1.6. Рабочие режимы вентилятора ВОД-40 (к примеру 1.6)

По этим уравнениям на аэродинамической характеристике вентиляторной установки ВОД-40 строим характеристики *1* и *2* (рис. 1.6) по точкам, рассчитанным для значений Q от 0 до 1,25 требуемой подачи:

Задаваемые значения	0.25Q	0,5Q	0,75 G,	Q	1.25Q
Q,м^3/с	75	150	225	300	375
^{p}sv min'Па	82	326	734	1300	2040
^{p}sv max' ^{Па}	156	625	1407	2500	3910

4. Определение рабочих режимов. Через точки *a* и *b* заданных режимов проводим прямую линию и находим режим с (Q_c = 300 м^3/с; p_c = 1950 Па; η_c = 0,72) как точку пересечения линии *ab*c характеристикой вентилятора, соответствующей углу установки лопастей на рабочих колесах θ_k= 35°, при котором начнется эксплуатация вентилятора (режим *d*). Таким образом, определились две ступени регулирования рабочих режимов: первая ступень — при значении угла установки лопастей, равном 35°, вторая — 40° (окончание работы — режим *f*).

Для построения дополнительной характеристики сети, проходящей через точку с, имеем:

$$R_c = p_c/Q_c = 1950/300^2 = 0{,}0217,$$

откуда p_c —0,0217 Q^2.

По этому уравнению строим характеристику *3* вентиляционной сети (рис. 1.6) по точкам, рассчитанным для следующих значений *Q:*

Задаваемые значения	0.25Q	0,5Q	0,75Q	*Q*	1.25Q
Q, м^3/с.....	75	150	225	300	375
P_c, Па	122	488	1098	1950	3052

Характеристика позволяет установить начальные и конечные рабочие режимы установки на ступенях регулирования.

На первой ступени регулирования угол установки лопастей рабочих колес θ = 35°. При этом в начале работы будет обеспечен режим *d*(Q_d= 320 м^3/с; p_d= 1500 Па; η_d= 0,65). При перемещении режима в точку с (режим *c)* установкой лопастей на угол θ_2 — 40° осуществляется переход на вторую ступень регулирования. Начальный режим на этой ступени — режим *e*(Q_e= 330 м^3/с; p_e= 2350 Па; η_e=0,74). Окончание работы на второй ступени регулирования — режим *f* (Q_f— = 310 м^3/с; p_f=2650 Па; η_f=0,77).

При общей продолжительности работы вентиляторной установки T = 15 лет и допущении линейности закона изменения $P_{sv\,min}$до $P_{sv\,max}$. устанавливаем продолжительность работы соответственно на первой и второй ступенях:

$$T_1 = T\frac{p_c - p_a}{p_f - p_a} = 15\frac{1950 - 1300}{2650 - 1300} = 7{,}2 \text{ года}$$

$$T_2 = T\frac{p_f - p_c}{p_f - p_a} = 15\frac{2650 - 1950}{2650 - 1300} = 7{,}8 \text{ года}$$

5. Резерв подачи вентилятора определяем режимами *к* (Q_k = 390 м^3/с; $p_к$ = 2300 Па) и *n* (Q_n = 335 м^3/с; p_n= 3150 Па) при характеристиках 1 и 2 вентиляционной сети и угле установки лопастей на рабочих колесах θ =45°:

$$\Delta Q_1 = \frac{Q_k - Q_a}{Q_a}100 = \frac{390 - 300}{300}100 = 30\%$$

$$\Delta Q_2 = 11{,}7\%$$

$\Delta Q_{ср}$= 20,85 %, что соответствует нормативному $\Delta Q \geq$20 %.

6. Реверсирование вентиляционной струи обеспечивается изменением направления вращения ротора вентилятора с одновременным поворотом лопаток промежуточного направляющего и спрямляющего аппаратов. При этом подача вентилятора в режимах *d', c', e'* и *f'* равна 225, 205, 220 и 200 м^3/с, что составляет соответственно 75, 68, 73 и 66 % заданной подачи *Q*= 300 м^3/с.

7. Выбор синхронных электродвигателей. Мощность двигателя на первой и второй ступенях регулирования в режимах с и л по формуле (1.6):

$$N_{min} = Q_c p_c / 1000\eta_c = 300 \cdot 1950/1000 \cdot 0{,}72 = 812{,}5\text{кВт}$$

аналогично N_{max}= 1370 кВт.

При переходе на вторую ступень регулирования предусматривается замена двигателя.

Технические данные выбранных электродвигателей приведены ниже.

Тип электродвигателя	СДН 16-41-16	СДН 17-39-1
Ступени регулирования……..	1	2
Мощность *N*,кВт (кВ А) …….	1000(1180)	1600(1880)
Частота вращения *n,* об/мин……..	375	375
К.п.д. η……..	0,94	0,9
cos *φ*……	0,9	0,9
Напряжение *U*,В……..	6000	6000
Коэффициент запаса мощности $\kappa_д$	1,23	1,17

Здесь $k_д = N / N_{\min(\max)}$ Для обоих электродвигателей $K_д$ соответствует рекомендуемому условию $K_д \geq 1{,}1$.

8. Среднегодовой расход электроэнергии определяем на основании формулы (1.15). На первой ступени регулирования в диапазоне режимов *d*и *c*:.

$$Q_{1ср} = (320 + 300)/2 = 310 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$p_{\text{ср}} = (1500 + 1950)/2 = 1725 \text{ Па}$$

$$\eta_{1\text{ср}} = (0{,}65 + 0{,}72)/2 = 0{,}685$$

Расход энергии:

$$W_r = \frac{Q_{1\text{ср}} p_{1\text{ср}} n_\text{ч} n_\text{д}}{1000 \eta_{1\text{ср}} \eta_\text{д} \eta_\text{с} \eta \ \ \eta_\text{р}} = \frac{310 \cdot 1725}{1000 \cdot 0{,}685 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}8} \cdot 24 \cdot 365 =$$

$$= 9570300 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Аналогично на второй ступени в диапазоне режимов *e* и *f*

$Q_{2\text{ср}} = (330 + 310)/2 = 320$ м^2/с

$p_{2\text{ср}} = (2350 - 2650)/2 = 2500$ Па

$\eta_{2\text{ср}} = (0{,}74 + 0{,}77)/2 = 0{,}755$ $\qquad W_r = 12908000$ кВт·ч

§2. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ВЕНТИЛЯТОРОВ НА ОБЩУЮ ВЕНТИЛЯЦИОННУЮ СЕТЬ. ЕСТЕСТВЕННАЯ ТЯГА.

Примеры расчета

1.7 Два одинаковых вентилятора ВОД-ЗО с частотой вращения *n*= 500 об/мин при угле установки лопастей на рабочих колесах θ= 35° расположены у одного ствола.

Определить рабочие режимы при их параллельной работе на общую вентиляционную сеть, а также каждого из вентиляторов при совместной и индивидуальной работе на эту сеть и прирост подачи при совместной работе относительно индивидуальной, если сопротивление сети *R* =0,01644.

Решение. Вычерчиваем характеристику *1* (рис. 1.7) вентилятора ВОД-ЗО с частотой вращения 500 об/мин при угле установки лопастей θ = 35°. Суммарную характеристику *2* получаем удвоением абсцисс характеристики *1* (при разных вентиляторах складываем абсциссы их характеристик). Незначительными сопротивлениями вентиляционных каналов *BC* и *BD* пренебрегаем.

По второму из уравнений (1.3) $p = 0{,}01644\ Q^2$. По этому уравнению строим характеристику *3* общего участка *AB* вентиляционной сети по точкам,

рассчитанным для следующих значений *Q:*

Q,м^3/с.....	100	200	300	400
p, Па	164	658	1480	2630

Точка *4* —режим совместной работы вентиляторов (*Q*=330 м^3/с; *p* = 225даПа; *η*= 0,75). Проведя горизонталь до характеристики 1, получим точку *5* —рабочий режим вентилятора при совместной работе на общую сеть (*$Q_в$*= 165 м^3/с; *$p_в$*=225 даПа; $\eta_в$= 0,75). Точка 6 - рабочий режим вентилятора при индивидуальной работе его на сеть с характеристикой *3* (*$O_{в1}$*= 190 м^3/с; *$P_{в1}$*= 108 даПа; *$\eta_{в1}$*= 0,55).

Прирост подачи при совместной работе относительно индивидуальной

$$Q_{\text{пр}} = Q - Q_{\text{в1}} = 330 - 190 = 140 \text{ м}^3/\text{с}$$

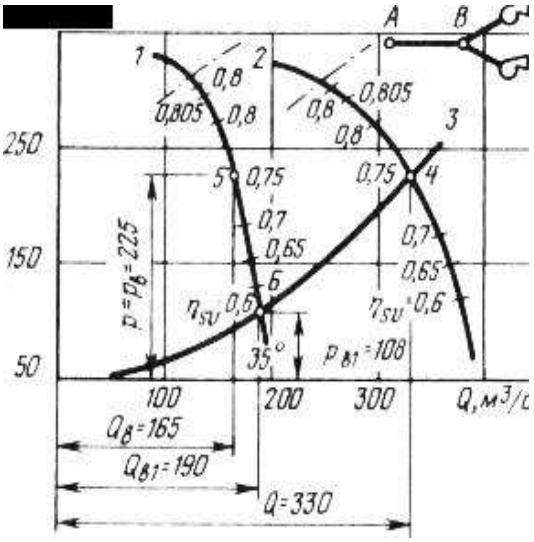


Рис. 1.7. Характристики вентилятора и участов сети (к примеру 1

1.8 По заданным характеристикам *1* и *2* (рис. 1.8) двух фланговых вентиляторов найти их рабочие режимы, если сопротивления участков сети *BC* и *BD* соответственно R_{BC}=0,181, R_{BD}= 0,0692, а общего участка R_{AB} =0,0208.

Решение. Характеристики участков вентиляционной сети по третьему из уравнений (1.3):

$$p_{\text{BC}} = 0{,}181\, Q^2$$

$$p_{\text{BD}} = 0{,}0692\, Q^2 \ ;$$

$$p_{\text{AB}} = 0{,}0208\, Q^2 \ .$$

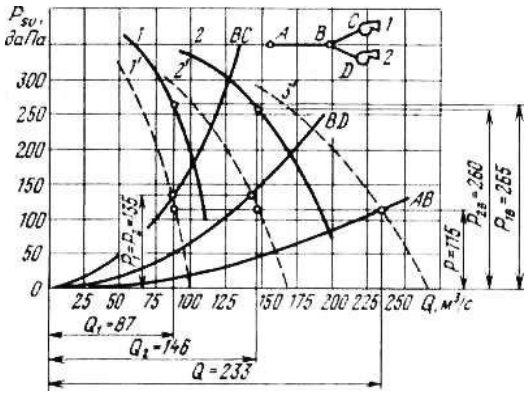


Рис. 1.8. Характеристики вентилятора и участков сети (к примеру 1.8)

По результатам расчетов, приведенным ниже, построены характеристики участков сети.

***Q*, м³/с**	0	25	50	75		100
p_{BC}, Па	0	113	453	1018		1810
P_{BD}	0	43	173	389		692
p_{AB}, Па	0	13	52	117		208
Q, м³/с	125	150	175	200	225	250
p_{BC}, Па	2828	4073	-	-	-	-
p_{BD}, Па	1081	1557	2119	2768	—	—
p_{AB}, Па	325	468	637	832	1053	1300

Вычитая ординаты характеристик участков *BC* и *BD* соответственно из ординат характеристик *1* и 2 вентиляторов, получаем приведенные к точке *B* характеристики 1' и *2'* вентиляторов.

Для нахождения суммарной характеристики *3* складываем абсциссы характеристик 1’ и 2′

На пересечении характеристики общего участка *AB* сети с характеристикой *3’* определим подачу воздуха (*Q*= 233 м³/с) и давление (*p* = 115 даПа) на участке *AB.* Вспомогательными построениями находим подачу воздуха и давление на участках: *BC* — Q_1=87 м³/с; p_1= 135 даПа; *BO*- Q_2=146 м³/с; p_2 =135 даПа; давление, создаваемое вентиляторами ,p_y= 265 даПа; $P_{2в}$=260 даПа.

1.9. С учетом влияния положительной естественной тяги p_e= = 60 даПа определить рабочий режим вентилятора, имеющего характеристику *1*(рис. 1.9). *R*= 0,234.

Решение. Проводим линию 2 положительной естественной тяги р = 60

даПа. Суммируя ординаты характеристик 7 и 2, получим линию *3*— характеристику вентилятора с учетом влияния на его работу естественной тяги.

При отрицательной естественной тяге из ординат - характеристики *1* вычитаем ординаты линии 2.

Уравнение характеристики сети по второму из уравнений (1.3) принимает вид:

$$P = 0{,}234Q^2.$$

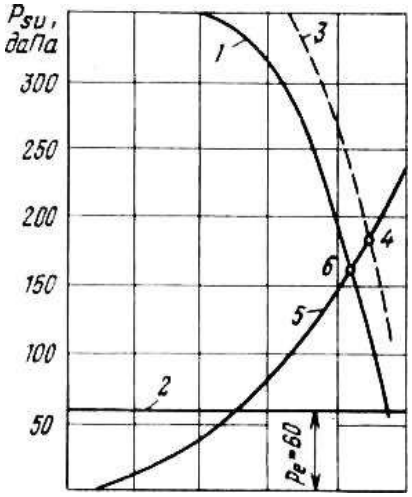


Рис. 1.9. Характеристики вентилятора и внешней сети (к примеру 1.9)

По результатам расчетов, приведенным ниже, строим характеристику *5* внешней сети.

Q_1,м^3/с…….	0	20	40	60	80	100
Р, Па……	0	94	374	842	1498	2340

Получаем рабочий режим *4* с параметрами Q_4 = 88 м^3/с; p_4 = 183 даПа. Без влияния естественной тяги вентилятор имеет режим *6:* Q_5=84м^3/с; p_5 =160даПа.

§3. ВЕНТИЛЯТОРЫ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Пример расчета 1.10. Для проветривания выработки длиной L = 1800 м необходимо выбрать вентилятор местного проветривания. Подача воздуха у забоя Q_0= 5 м^3/с. Трубы гибкие диаметром d = 0,9 м.

Решение. Для обеспечения гарантированной подачи воздуха у забоя определяем коэффициенты резервирования подачи k_o и давления $к_р$*:*

$$k_Q = e^{kt/d} \qquad (1.18)$$

$$k_p = \frac{k_Q^2 - 1}{2 \ln k_Q} \qquad (1.19)$$

где e — основание натурального логарифма; k — коэффициент, учитывающий аэродинамическое сопротивление и герметичность трубопровода (см. табл. 1.1); L —длина труб, м; d--диаметр труб, м.

По формулам (1.18) и (1.19)

$$k_Q = 2{,}719 \frac{3{,}1 \cdot 10^{-4} \cdot 1800}{0{,}9} = 1{,}86$$

$$k_p = \frac{1.86^2 - 1}{2 \ln 1{,}86} = 1{,}98$$

Таблица 1.1

Диаметр труб, м	Коэффициент 10^4	Сопротивление трубопровода с трубами		Диаметр труб, м	Коэффициент $\cdot к\ 10^4$	Сопротивление трубопровода с трубами	
		жесткими	гибкими			жесткими	гибкими
0.3	10,2	13,0	11,7	0,8	3,5	0,0749	0,0674
0,4	7,4	2,87	2,58	0,9	3,1	0,0404	0,0364
0,5	5,8	0,885	0,796	1,0	2,8	0,0233	0,021
0,6	4,8	0,339	0,305	1.1	2,5	0,014	0,0127
0,7	4,05	1,161	1,144	1,2	2,3	0,009	0,0081

Подача вентилятора

$$Q = k_Q Q_0 \qquad (1.20)$$

или

$Q = 1.86 \cdot 5 = 9.3$ м^3/с = 558 м^3/мин

Давление (Па), создаваемое вентилятором,

$$p = k_p R I Q_0^2 , \qquad (1.21)$$

где R— сопротивление трубопровода, зависящее от материала и диаметра труб, качества сборки трубопровода (см. табл. 1.6). Подставляя заданные значения, получим:

$p = 1{,}98 \cdot 0{,}0364 \cdot 1800 \cdot 5^2 = 3243$ Па

По аэродинамическим характеристикам вентиляторов местного про-

ветривания находим, что рабочий режим с Q=558 м^3/мин и p=324 даПа могут обеспечить вентиляторы:ВМ-8М (угол установки направляющего аппарата $\theta_{н\ a}$ =0°:η= 0,75; N= 35 кВт) и ВЦ-7 (угол установки закрылков б$_з$=5°; η = 0,62; N = 48 кВт).

Задачи

1.30. Исходя из минимума затрачиваемой энергии выбрать по среднему за период эксплуатации к.п.д. вентиляторную установку, если Q= 55 м^3/с; $p_{sv\ mjn}$= 150даПа; $p_{sv\ max}$= 200 даПа. Установить способ и ступени регулирования рабочих режимов, определить средний резерв подачи установки за период эксплуатации.

1.31. Исходя из минимума затрачиваемой энергии, выбрать вентиляторную установку по среднему за период эксплуатации к.п.д., если Q=300 м^3/с; $p_{sv mjn}$= 200 даПа; $p_{fv mgx}$= 350 даПа. Установитьспособ и пределы регулирования рабочих режимов.

1.32. Выбрать вентиляторную установку для условий: Q= 400 м^3/с; $P_{sv\ min}$= 125 даПа; $p_{sv\ max}$= 225 даПа. Указать способ и ступени регулирования рабочих режимов. Определить средние за период эксплуатации к.п.д. и резерв подачи установки.

1.33. Выбрать вентиляторную установку для условий: Q—40 м^3/с; $p_{sv\ min}$ =140даПа; $p_{sv\ max}$= 300 даПа. Указать способ и ступени регулирования рабочих режимов. Определить средний к.п.д. за период эксплуатации установки.

1.34. Вентилятор ВОД-40 работает с n—375 об/мин при установке лопастей на рабочих колесах, под углом 30°. В начале работы Q_1= 250 м^3/с, в конце — Q_2= 200 м^3/с. Определить по аэродинамической характеристике и расчетом необходимую мощность двигателя в конце работы вентилятора и среднегодовой расход энергии за период эксплуатации установки. Принять к.п.д. двигателя $\eta_д$ = 0,93, регулирования $\eta_р$= 0,8, электрической сети $\eta_г$= 0,95.

1.35. Вентилятор ВЦ-31,5 М, имеющий частоту вращения n= 600 об/мин, работает при установке лопастей направляющего аппарата под углом 20°. В начале работы p_x= 300 даПа, в конце. — P_2= 400 даПа; $\eta_д$= 0,91; $\eta_с$ =0,92; $\eta_р$= 0,83.

Определить по аэродинамической характеристике и расчетом мощность двигателя в конце работы установки, а также среднегодовой расход энергии за период ее эксплуатации.

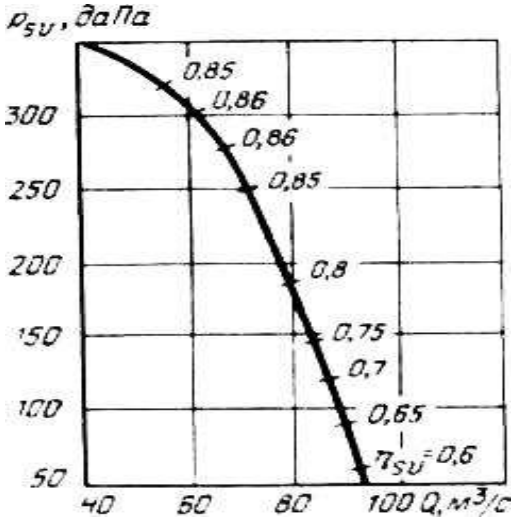


Рис. 1.10. Характеристика вентилятора (к задачам 1.38, 1.39, 1.41)

1.36. Вентилятор ВЦД-47У-Р при подаче Q= 250 м^3/с в начале эксплуатации работает с n_1= 300 об/мин; в конце —n_2= 400 об/мин.; η = 0,92; $\eta_с$= 0,96; $\eta_р$= 0,9.Определить по аэродинамической характеристике и расчетом необходимую мощность двигателя в конце работы установки, а также среднегодовой расход энергии за период ее эксплуатации.

1.37. Вентилятор ВОД-11П за период эксплуатации имеет две ступени регулирования: на первой при θ= 30° продолжительность работы T_1= 7 лет; на второй при θ = 35° T_2= 8 лет. Подача установки в начале и конце работы на каждой ступени $Q_н$= 22 м^3/с; Q_k=20м^3/с; $\eta_д$ = 0,94; $\eta_с$= 0,95; $\eta_р$= 0,8.

Определить по аэродинамической характеристике и расчетом мощность двигателя в конце работы на каждой ступени, среднегодовой расход энергии по ступеням, расход энергии за период эксплуатации на каждой ступени и за весь срок службы установки.

1.38. Два одинаковых вентилятора, характеристика которых дана на

рис. 1.10, установлены у одного ствола. Определить: рабочие режимы при параллельной их работе на общую вентиляционную сеть, и каждого из вентиляторов при совместной и индивидуальной работе на эту сеть; прирост подачи при совместной работе относительно индивидуальной, если R= 0,0926.

1.39.Решить задачу 1.38 при R= 0,1627.

1.40. Решить пример 1.8 при R_{BC} = 0,15, R_{BD} = 0,049, R_{AB}= 0,0247.

1.41.Два одинаковых вентилятора (см. рис. 1.10) работают на флангах шахтного поля. Определить их рабочие режимы, если R_{BC}=R_{BD} = 0,208; R_{AB}=0,0926.

1.42.Определить рабочий режим вентилятора, имеющего характеристику *1* (см. рис. 1.9), с учетом отрицательной естественной тяги p_e = -60даПа, если R= 0,234.

1.43. Определить давление и подачу вентилятора местного проветривания и выбрать его, если Q_Q= 4,5 м^3/с, L= 1000 м, трубы жесткие d=0,8 м.

1.44. Определить давление и подачу вентилятора местного проветривания и выбрать его, если Q_Q= 3,5 м^3/с, L= 100 м, трубы гибкие, d= 0,5 м.

3.ВОДООТЛИВНЫЕ УСТАНОВКИ

§1. РАСЧЕТ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ

Примеры расчета

1.11. Рассчитать главную водоотливную установку на горизонте 510 м. Нормальный приток воды $Q_н$ = 180 м^3/ч. Максимальный приток в течение шести недель $Q_{max\ п}$ =210 м^3/ч. Вода нейтральная. Срок службы трубопровода T = 10 лет.

Решение. 1. Выбор насоса. Требуемая расчетная подача насоса согласно ПБ

$$Q_{\boldsymbol{p}} = 24Q_{н\cdot п}/20, \qquad (1.22)$$

т.е. $Q_p = 24 \cdot 180/20 = 216$ м^3/с

Приняв ориентировочную высоту всасывания 3м, превышение расположения труб над уровнем устья ствола шахты 1м, определяем геометрический напор; Hr= 510 + 3 + 1 = 514 м.

Ориентировочный напор насоса

$$H_{\text{ор}} = 1{,}1 \cdot H_r \qquad (1.23)$$

или $H_{\text{ор}} = 1{,}1 \cdot 514 \approx 565$ м

Заданным условиям удовлетворяют насосы ЦНС 300-650...1040 и ЦНС 300-120…600 (см. прил. 1). Технологическая схема водоотливной установки с насосами ЦНС 300-650…1040 сложнее, так как они работают с подкачивающими насосами.

Предусматриваем установку трех насосов ЦНС 300-120…600, имеющих в оптимальном режиме подачу $Q_{\text{опт}}$= 300 м^3/ч при напоре на колесо $H_к$ =60 м. Напор колеса при нулевой подаче $H_{К0}$ = 66,9 м. Частота вращения n = 1500 об/мин.

Необходимое число последовательно соединенных рабочих колес насоса

$$Z_{kp} = H_{\text{ор}}/H_k \qquad (1.24)$$

или $Z_{kp} = 565/60 = 9{,}46$

Принимаем $Z_к$ = 10.

Оптимальный напор насоса

$$H_{\text{опт}} = Z_{\text{к}} H_{\text{к}} \qquad (1.25)$$

или $H_{\text{опт}} = 10 \cdot 60 = 600$ м.

Окончательно принимаем насос ЦНС 300-600.

Напор насоса при нулевой подаче

$$H_0 = Z_k H_{k0} \qquad (1.26)$$

или $H_0 = 10 \cdot 66{,}9 = 669$ м.

По условию устойчивой работы

$$H_r \leq 0{,}95 H_0 \qquad (1.27)$$

или $H_т \leq 0{,}95 \cdot 669 = 636$ м.

514 < 636, вариант приемлем.

2. Расчет трубопровода. Предусматриваем оборудование водоотливной установки двумя напорными трубопроводами, закольцованными в насосной камере в коллектор. Приняв типовую насосную камеру, составляем схему трубопроводов (рис. 1.11, а).

Длина подводящего трубопровода $L_п = L_{1-2}$ = 13 м. В его арматуру входят приемная сетка с клапаном и три колена.

Напорный трубопровод складывается из двух участков:

$l_{1н} = l_{2-5}$ и $l_{2н} = l_{5-6}$

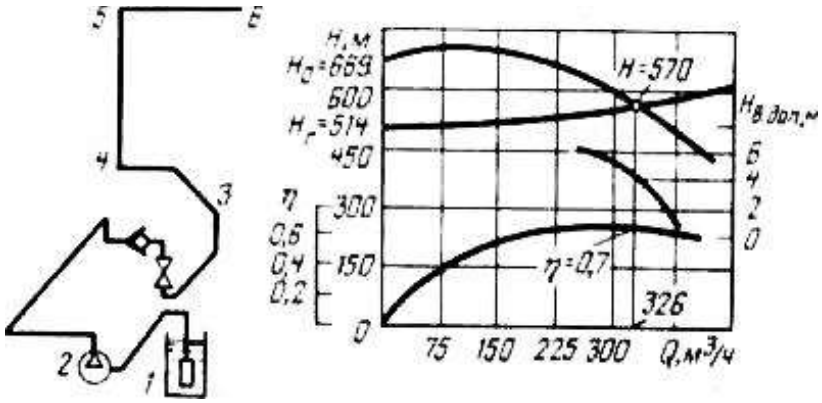


Рис. 1.11. Схема трубопровода (а) и рабочий режим насоса (б) (к примеру 1.11)

Для уменьшения гидравлических потерь на участке $L_{2н}$ напорного провода на поверхности от ствола до очистных сооружений принимаем трубы большего диаметра, чем на участке $L_{1н}$

Приняв длины участков в камере L_{2-3} = 30 м, в трубном ходке L_{3-4} = 35 ми превышение трубного ходка над уровнем околоствольного двора 7м, определяем длину напорного трубопровода $L_{1н}$:

$L_{1н} = 510 + 30 + 35 - 7 = 568$ м.

В его арматуру входят: одна задвижка, один обратный клапан, два тройника и восемь колен.

Длина участка напорного трубопровода $L_{2н}$= 150м, его арматура состоит из одного диффузора и двух колен. Оптимальный диаметр напорного трубопровода на участке $L_{1н}$

$$d_{\text{опт}} = k0{,}0131Q_{\text{опт}}^{0{,}476}\ , \qquad (1.28)$$

или $d_{\text{опт}} = 1 \cdot 0{,}0131 \cdot 300^{0{,}476} = 0{,}198$ м,

где *k*— коэффициент, зависящий от числа напорных трубопроводов: при двух трубопроводах *k* = 1, при трех *k* = 0,752.

Принимаем трубы с наружным диаметром D = 219 мм (см. прил. 2).

Требуемая толщина (мм) стенки трубы

$$\delta = \frac{100\left[k_1 D_p + (a + a)T\right]}{100 - k_{\text{с}}} \qquad (1.29)$$

где κ_1 — коэффициент, учитывающий прочностные свойства материала труб (для стали 20 κ_1= 2,27, для стали Ст. 3 κ_1=2,52) ; *D* —наружный диаметр трубы, м; *p*— давление в нижней части колонны труб, МПа; a_1— скорость коррозионного износа наружной поверхности труб, мм/год (при ведении взрывных работ в шахте a_1= 0,25, при отсутствии a_1 =0,15); a_2— скорость коррозионного износа внутренней поверхности труб, мм/год (при нейтральных или щелочных водах a_2 =0,1, при кислотных водах с водородным показателем pH = 6…7 a_2 = 0,2; при pH = 5…6 a_2= 0,4); *T*— срок службы трубопровода, лет; k_c— коэффициент, учитывающий минусовый допуск толщины стенки (для труб обычной точности изготовления при толщине стенки до 15 мм k_c= 15%, при толщине 15 — 30 мм k_c= 12,5 %).

Толщина стенок труб может быть переменной по длине трубопровода, возрастая с увеличением давления в направлении от поверхности к насосу. Рекомендуется принимать участки труб с различной толщиной и давлениями в них 4,0; 6,3; 10 и 16,0 МПа.

Принимаем материал труб Ст. 3, давление у напорного патрубка насоса *p*= 6 МПа, a_1= 0,25. Тогда толщина стенки труб напорного трубопровода на участке Lпо формуле (1.29)

$$\delta = \frac{100[2{,}25 \cdot 0{,}219 \cdot 6 + (0{,}25 + 0{,}1)10]}{100 - 15} = 8{,}01 \text{ мм}$$

Принимаем толщину стенки δ=9 мм.

Таким образом, для напорного трубопровода $l_{1\text{Н}}$ принимаем трубы

бесшовные горячедеформированные с внутренним диаметром $d_{1н}$= 201 мм.

Для обеспечения большей надежности всасывания диаметр подводящего трубопровода принимаем на 25 — 50 мм больше напорного, а трубы для него с наружным диаметром $D_п$ = 273 мм и внутренним диаметром d_n= 259 мм. Такими же принимаем диаметры труб на участке напорного трубопровода $l_{2Н}$ т.е. $d_{2н}$= d_n=259 мм.

Скорость воды в подводящем трубопроводе и на участке напорного трубопровода

$$V_п = V_{2п} = 4Q/\pi d_п^2 \quad (1.30)$$

или $V_п = V_{2п} = 4 \cdot 30/3600 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}259^2 = 1{,}58$ м/с

То же на участке $l_{1Н}$ напорного трубопровода:

$$V_{1Н} = 4Q/\pi d_{1Н}^2 = 4 \cdot 300/3600 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}201^2 = 2{,}63 \text{ м/с}$$

Коэффициент гидравлического трения в подводящем трубопроводе и на участке $l_{2н}$ напорного трубопровода

$$\lambda_п = \lambda_{2H} = 0{,}021/d_п^{0{,}3} \quad (1.31)$$

или $\lambda_{2H} = \lambda_{2H} = 0{,}021/0{,}259^{0{,}3} = 0{,}03149$

То же на участке $l_{1Н}$ напорного трубопровода:

$$\lambda_{1н} = 0{,}021/d_{1H}^{0{,}3} = 0{,}021/0{,}201^{0{,}3} = 0{,}03398$$

Коэффициенты местных сопротивлений принимаем из табл. 1.2.

Суммарные коэффициенты местных сопротивлений в подводящем трубопроводе и на участках $l_{1Н}$ и $l_{2Н}$ напорного трубопровода:

$$\Sigma\xi_n = 4{,}5 + 3 \cdot 6 = 6{,}3$$

$$\Sigma\xi_{1н} = 0{,}26 + 10 + 2 \cdot 1{,}5 + 8 \cdot 0{,}6 = 18{,}06$$

$$\Sigma\xi_{2н} = 0{,}25 + 2 \cdot 0{,}6 = 1{,}45$$

Потери напора в подводящем трубопроводе и на участках $l_{1Н}$ и $l_{2Н}$ напорного трубопровода:

$$h_n = \left(\lambda_n \frac{l_n}{d_n} + \Sigma\xi_n\right)\frac{v_n^2}{2g} \quad (1.32)$$

или

$$h_n = \left(3{,}0.149\frac{13}{0{,}259} + 6{,}3\right)\frac{1{,}58^2}{2 \cdot 9{,}81} \approx 1\text{м}$$

Таблица 1.2

Арматура	Диаметр условного прохода $d_{у,}$мм	Коэффициент местного сопротивления ξ
Задвижка	80-400	0,26
Клапан обратный поворотный	80-400	10
Приемная сетка с клапаном	100	7
	150	6
	200	5,2
	250	4,5
	300	3,7
Колено сварное (под углом 90°)	80 - 300	0,6
Тройник равнопроходный	80 - 300	1,5
Диффузор	*d1/d2*=0,5+ 0,8	0,25
Конфузор	*d1/d2* =1,2+1,65	0,2

$$h_{1H} = \left(\lambda_{1H}\frac{l_{1H}}{d_{1H}} + \Sigma\xi_{1H}\right)\frac{v_{1H}^2}{2g} = \left(0{,}03398\frac{568}{0{,}201} + 18{,}06\right)\frac{2{,}63^2}{2 \cdot 9{,}81} =$$

=40,22 м;

$$h_{2H} = \left(\lambda_{2H}\frac{l_{2H}}{d_{2H}} + \Sigma\xi_{2\text{Н}}\right)\frac{v_{2H}^2}{2g} = \left(0{,}03149\frac{150}{0{,}259} + 1{,}45\right)\frac{1{,}58^2}{2 \cdot 9{,}81} = 2{,}5\text{ м}$$

Суммарные потери в трубопроводе $\Sigma h = 1 + 40{,}22 + 2{,}5 = 43{,}72$ м.

Принимаем $\Sigma h = 44$м.

Напор насоса

$$H = H_r + \Sigma h\ , \qquad (1.33)$$

или $H = 514 + 44 = 558$м

Из формулы (1.2)

$R = (H - H_r)/Q^2 = (558 - 514)/300^2 = 0.0004889.$

Следовательно, H=514 + 0,00048890Q.

По этому уравнению в координатных осях Q— H строим характеристику

трубопровода по точкам, рассчитанным для следующих значений *Q:*

О. м^3/ч.....	0	75	150	225	300	375
Н. м	514	517	525	539	558	583

3. Рабочий режим насоса. На рис. 1.11, *б* показаны характеристика насоса ЦНС 300-600 и характеристика трубопровода. По точке пересечения их устанавливаем рабочий режим насоса: Q= 326 м^3/ч; H = 570 м; η = 0,7; $H_{вдоп}$ = =4 м. Режим находится в рабочей части характеристики в границах 220 — 380 м^3/ч.

К.п.д. трубопровода по формуле (1.4)

$\eta_т = 514/570 = 0{,}902$.

4. Проверка вакуумметрической высоты всасывания. Геометрическая высота всасывания принята ориентировочно 3м. Действительная высота всасывания

$$H_в = 3 + h_п = 3 + 1 = 4м$$

По характеристике насоса в рабочем режиме $H_{в.доп}$ = 4м, следовательно, соблюдается условие $H \leq H_{в.доп}$

5. Мощность двигателя, расход и стоимость энергии, к.п.д. водоотливной установки. По формуле (1.7) расчетная мощность двигателя

$$N_р = \frac{326 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 570}{3600 \cdot 1000 \cdot 0{,}7} = 723кВт$$

Принимаем электродвигатель ВАО630М4 (N = 800 кВт; $n_с$ = 1500 об/мин; $\eta_д$ = 0,95; cos$\varphi_д$=0,9).

Коэффициент запаса мощности двигателя

$$k_д = N/N_р = 800/723 = 1{,}107,$$

что допустимо.

Число часов работы насоса в сутки при откачивании нормального Притока

$$n_{ч.п} = 24\, Q_{н.п}/Q, \qquad (1.34)$$

или $n_{ч.н} = 24 \cdot 180/326 = 13{,}25ч$

То же при максимальном притоке:

$n_{\text{ч}\,max} = 24Q_{\max\,n}/Q = 24 \cdot 210/326 = 18{,}46\text{ч}$

Годовой расход электроэнергии

$$W_r = \frac{Q\rho gH}{1000\eta\eta_{\text{д}}\eta_{\text{с}}}\left(n_{\text{ч.н}}n_{\text{д.н}} + n_{\text{ч.м}}n_{\text{д}.max}\right) \quad (1.35)$$

или $W_r = \dfrac{326 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 570}{3600 \cdot 1000 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}95}(13{,}25 \cdot 323 + 15{,}46 \cdot 42) =$

$= 3950742\text{кВт·ч},$

где $\eta_{\text{д}}$ и $\eta_{\text{с}}$ - к.п.д. двигателя и электрической сети; $n_{\text{д н}}$и $n_{\text{дтах}}$- число дней в году с нормальным и максимальным притоком. Установленная мощность двигателя по формуле (1.17)

$N_{\text{у}} = 800/(0{,}95 \cdot 0{,}9) = 936\text{кВ} \cdot \text{А}$

Стоимость энергии по формуле (1.16)

$C_{\text{э}} = 3950742 \cdot 0.01 + 936 \cdot 36 = 73203\text{р}$

Годовой приток воды

$$A_{\text{в}} = 24\left(Q_{\text{н.п}}\eta_{\text{д.н}} + Q_{\max\,\text{п}}\eta_{\text{д}\,max}\right), \quad (1.36)$$

или $A_{\text{в}} = 24(180 - 323 + 210 - 42) = 1607040\text{ м}$

Удельный расход электроэнергии (на 1 м^3 откачиваемой воды)

$$W_{\text{уд}} = W_r/A_{\text{в}} \quad (1.37)$$

Полезный расход электроэнергии на 1 м^3 откачиваемой воды

$$W_{\text{п}} = \frac{\rho gH_r}{3600 \cdot 1000}, \quad (1.38)$$

или $W_{\text{п}} = \dfrac{1000 \cdot 9.81 \cdot 514}{3600 \cdot 1000} = 1.4\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3.$

К.п.д. водоотливной установки

$$\eta_{\text{у}} = W_{\text{п}}/W_{\text{уд}} \quad (1.39)$$

или $\eta_{\text{у}} = 1{,}4/2{,}458 = 0{,}57.$

С другой стороны,

$$\eta_{\text{у}} = \eta\eta_{\text{д}}\eta_{\text{т}}\eta_{\text{с}}, \quad (1.40)$$

или $\eta_{\text{у}} = 0{,}7 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}902 \cdot 0{,}95 = 0{,}57.$

1.12. Используя условие и результаты задачи 1.67, определить годовой

расход энергии водоотливной установкой, а также к.п.д. установки по удельным энергетическим затратам и по к.п.д. ее элементов, если $Q_{НП}$ = 239м^3/ч в течение n = 290м^3/ч в Течение $n_{д\,max}$= 35 дней; к.п.д. двигателя главного насоса $\eta_д$= 0,93; подкачивающего насоса $n_{1д}$=0,89; $\eta_с$= 0,95.

Решение. По индивидуальной характеристике подкачивающего насоса ВП-340 при Q_1= Q= 332 м^3/ч находим напор H =18,6 м; η_1= 0,56.

Число часов работы установки в сутки при откачивании нормального и максимального притоков по формуле (1.34) $n_{ч.н}$= 17,28 ч; $n_{чmax}$= 20,96 ч.

На основании формулы (1.35)

$$W_r = \frac{Q\rho h}{1000\eta_с}\left(\frac{H}{\eta\eta_д} + \frac{H_1}{\eta_1\eta_{1д}}\right)\left(\eta_{ч.н}\eta_{д.н} + \eta_{ч\,max}\,\eta_{д\,max}\right), \qquad (1.41)$$

Годовой приток воды по формуле (1.36) $A_д$ =2136480 м^3.

Расход энергии на 1 м^3 откачиваемой воды по формулам (1.37) и (1.38) : $W_{уд}$=3,63 кВт • ч/м^3; $W_п$= 2,207 кВт • ч/м^3.

К.п.д. водоотливной установки по формуле (1.39) $\eta_у$=0,61.

Суммарный напор установки

$H_y = H + H_1$ = 868 + 18,6 = 887 м.

К.п.д. трубопровода по формуле (1.4)

$\eta_т = H/H_y$ = 810/887 = 0,91.

К.п.д. установки по формуле (1.40) $\eta_у$ = 0,61.

§ 2. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА НАСОСОВ НА ОБЩИЙ ТРУБОПРОВОД

Примеры расчета

1.13. Два насоса ЦНС 300-600 работают параллельно на общий трубопровод. Определить рабочие режимы: совместной работы насосов; каждого из насосов при совместной работе и индивидуальной работы одного насоса на данный трубопровод, если H_r = 510 м, R= 0,002.

Решение. Напорные характеристики *1* и *2* (рис. 1.12) двух одинаковых

насосов наложились одна на другую. Суммарную характеристику *3* получаем удвоением абсцисс характеристики *1*.

Характеристику *4* трубопровода строим в соответствии с уравнением

$H = 510 + 0.0002Q^2$

по точкам, рассчитанным для следующих значений *Q:*

Q, м³/с	0	150	300	450	600	750
H, м	510	515	528	550	582	622

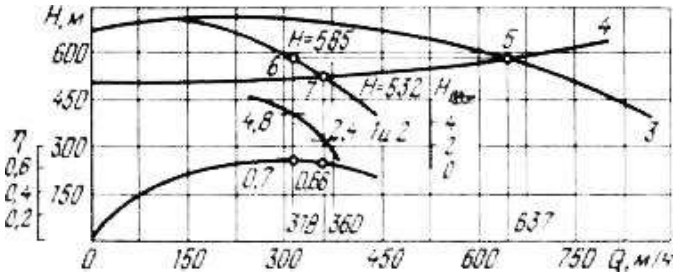


Рис. 1.12. Характеристики и рабочие режимы насоса (к примеру 1.13)

Точка *5* пересечения характеристики *4* с суммарной характеристикой *3* — рабочий режим параллельной работы двух насосов на общий трубопровод (Q= 637 м³/ч; *H* = 585 м). Дополнительными построениями получим точку *6* — рабочий режим одного насоса при совместной работе *(Q*= 318 м³/ч; *H* = 585 м; η = 0,7; $H_{в.доп}$ =4,8 м) и точку 7 — рабочий режим одного насоса при индивидуальной работе на заданный трубопровод (*Q*= 360 м³/ч; *H* = 532 м; η = 0,66; $H_{в.доп}$= 2,4м)

1.14. Два насоса ЦНС 300-120-т 600, расположенные на отметках *A* и *B* (рис. 1.13) горизонтов 490 и 870 м, включены в схему последовательной работы.

Выбрать число рабочих колес и режим совместной работы насосов, если сопротивления трубопроводов на участках *AB* и *BC:* R_{AB}= 0.0002222, R_{BO}= 0,0005.

Решение. Геометрические высоты подачи насосов $H_{1Г}$ —380 м, $H_{2г}$ =490 м. Ориентировочный напор насоса, расположенного на отметке *A,* по формуле (1.23)

$H_{1op} = 1.1H_{1r}$=1,1·380=418м.

Необходимое число рабочих колес

$Z_k = H_{1op} / H_k = 418/60 = 6.9$

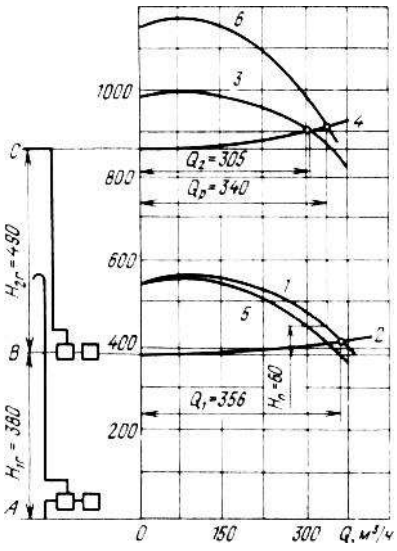


Рис. 1.13. Диаграммы работы последовательно соединенных насосов, расположенных на различных горизонтах (к примеру 1.14)

Принимаем $Z_к$ = 7, но для обеспечения нужного подпора, создаваемого нижним насосом, следует принять $Z_К$= 8 и насос ЦНС 300 — 480. Аналогично для верхнего насоса

$H_{2op} = 1{,}1H_{2r} = 1{,}1 \cdot 490 = 539$м

$Z_к = H_{2op}/H_к = 539/60 = 8{,}98$

Принимаем Z_k= 9 и насос ЦНС 300 — 540.

В соответствии с уравнениями:

H_1 = 380 + 0.0002222Q^2;

H_2 = 490 + 0,00050Q^2,

по результатам расчетов, приведенным ниже, строим характеристик 2 и 4 (см. рис. 1.13) трубопроводов *AB* и *BC.*

Q,м³/с.....	0	75	150	225	300	375
Н, м.....…..	380	381	385	391	400	411
H_2,м .....…..	490	492	501	515	535	560

Если рассматривать насосы как не зависимые друг от друга, то рабочий режим Q_I= 356 м³/ч нижнего насоса определится пересечением его характеристики *1* с характеристикой *2* трубопровода *AB,* а верхнего насоса -- пересечением его характеристики *3* с характеристикой *4* трубопровода *BC′* (Q_2 = 305 м³/ч). Условие Q_2<Q_1соблюдается.

Приняв за начало отсчета отметку *B,* вычитанием ординат характе-

ристики *2* (без учета геометрической высоты $H_{1г}$) из соответствующих ординат характеристики *1* получим приведенную характеристику *5* нижнего насоса к отметке *B,* а сложением ординат характеристик *5* и *3* — суммарную характеристику *6* насосов. Рабочий режим совместной работы двух насосов ($Q_р$= 340 м^3/ч) находим на пересечении характеристик *4* и *6*. Условие $Q_2<Q_p<Q_1$ соблюдается. Подпор верхнего насоса $H_п$= 60м, т.е. соблюдается условие, по которому подпор должен быть равен напору одного рабочего колеса.

Задачи

1.45.Выбрать насос для работы на горизонте 380 м; нормальный приток воды $Q_{н\,п}$ = 145 м^3/ч.

1.46.Выбрать насос для работы на горизонте 910 м. Нормальный приток воды $Q_{н\,п}$= 200 м^3/ч.

1.47.Выбрать насос для работы на горизонте 410 м. Нормальный приток воды $Q_{н\,п}$=81 м^3/ч.

1.48.Выбрать трубы необходимого диаметра и определить толщину их стенок, если подача насоса Q= 180 м^3/ч, напор H = 441 м, степень кислотности шахтных вод pH = 6,5, в шахте ведутся взрывные работы. Напорных трубопроводов в стволе два, срок их службы 15 лет, материал труб — сталь 20.

1.49. Насос с напором H= 1030 м работает на трубопровод, проложенный в вертикальном стволе и секционированный по толщине стенок на уровнях (считая от устья ствола) отметок 400 м и 630 м. Определить толщину стенок в каждой колонне труб, если наружный диаметр трубопровода D= 245 мм, материал труб Ст. 3, срок службы трубопровода 70 лет. Степень кислотности шахтных вод pH = 7. В шахте ведутся нарывные работы.

1.50. Определить потери напора в напорном трубопроводе, необходимый напор насоса ЦНС 180 — 85 f425, число рабочих колес и его рабочий режим, если H = 370 м, / = 440 м, d=160 мм. Арматура трубопровода: две задвижки, один тройник, один обратный клапан и шесть колен. Потерями в

подводящем трубопроводе пренебречь.

1.51. Определить потери напора в напорном трубопроводе, необходимый напор насоса ЦНС 300 — 650 -5- 1040, работающего с подкачивающим насосом ВП-340, число рабочих колес и его рабочий режим, если $H_г$=810 м, L= 920 м, d= 213 мм. Арматура трубопровода: две задвижки, один обратный клапан, два тройника и девять колен.

1.52. Определить потери напора в напорном трубопроводе, проложенном в наклонной выработке, необходимый напор насоса ЦНС 60 —50…250, число рабочих колес и его рабочий режим, если $H_г$—100 м,
L= 580м, d= 128 мм. Арматура трубопровода: одна задвижка, один обратный клапан и четыре колена. Потерями в подводящем трубопроводе пренебречь.

1.53. Используя условие и результаты задачи 3.6, определить годовой расход энергии водоотливной установкой, к.п.д. установки по удельным энергетическим затратам и к.п.д. ее элементов, если $Q_{НП}$= 142 м^3/ч, $Q_{maxп}$ = 190 м^3/ч в течение $n_{дmax}$= 50 дней; $\eta_д$ = 0,94 и η_c= 0,95.

1.54. Водоотливная установка оборудована насосами ЦНС 300 —1040 в комплекте с подкачивающими насосами ВП-340. В рабочем режиме насоса Q =350м^3 /ч; H=954м; η=0,76. Кроме того, дано: $H_г$=905м; $Q_{н.п}$=210м^3/ч; $n_{д\ max}$= =60 дней; $Q_{max\ п}$=280м^3/ч; $\eta_д$=0,91; $\eta_{1д}$=0,88; η_c=0,94.

Определить годовой расход энергии водоотливной ее к.п.д. по удельным энергетическим затратам и к.п.д ее элементов.

1.55. Уклонная водоотливная установка оборудована насосами ЦНС 60-125. В рабочем режиме насоса: Q=66 м^3/ч; H =120 м; η= 0,66. Приток $Q_{НП}$ = =45 м^3/ч постоянный в течение всего года, $H_г$ = 100 м, $\eta_д$= 0,93, η_c = 0,91. Определить годовой расход энергии установкой, к.п.д. установки по удельным энергетическим затратам и к.п.д. ее элементов.

1.56. Два насоса ЦНС 180-425 работают параллельно на общий трубопровод. Определить рабочие режимы: совместной работы насосов, каждого из насосов при совместной работе и индивидуальной работы одного насоса на данный трубопровод, если $H_г$= 370 м,R = 0,00031.

1.57. Два насоса ЦНС 180-500…900, расположенных на отметках *A* и *B* (см. рис. 1.13) горизонтов 450 и 990 м, включены в схему последовательной работы. Выбрать число рабочих колес и режим совместной работы Насосов, если R_{AB} =0,002, R_{BC} = 0,0013.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ШАХТНЫЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

1. ПОРШНЕВЫЕ КОМПРЕССОРЫ

§ 1.ОДНОСТУПЕНЧАТОЕ СЖАТИЕ

Примеры расчета

2.1 Определить работу L_k, конечную температуру t_2 и количество отводимой теплоты *Q* при теоретическом процессе сжатия 1м^3 воздуха по изотерме, адиабате и политропе в одноступенчатом поршневом компрессоре (рис. 2.1). Абсолютное давление в начале сжатия p_1 = 0,1 МПа, в конце сжатия p_2 = 0,4 МПа; начальная температура воздуха =15°С; показатель политропы *n* = 1,25.

Решение. 1. Процесс с изотермическим сжатием. Используя формулу

$$V_1/V_2 = p_2/p_1$$

где p_2/p_1= ε— степень повышения давления, определяем объем воздуха в конце сжатия:

$$V_2 = V_1 \frac{P_1}{P_2} = 1\frac{0,1}{0,4} = 0,25\text{м}^3.$$

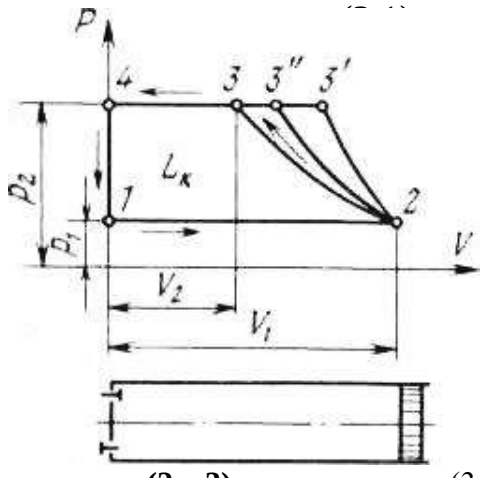


Рис. 2.1. Теоретический процесс в одноступенчатом поршневом компрессоре одностороннего действия: всасывание (*1—2*); сжатие изотермическое**(2—3);** адиабатное **(2—3) ;** политропное **(2—3);** выталкивание (3

—4); выравнивание давления *(4—*

Температура воздуха в процессе сжатия постоянна, т.е.

t_1=t_2=15°С

откуда по формуле

$$T = 273 + t, \quad (2.2)$$

или $T_1 = T_2 = 273 + 15 = 288$ К.

Работа, затрачиваемая в компрессоре,

$$L_{к\ из} = 2{,}303 \cdot p_1 \cdot \ln\frac{P_2}{P_1} \quad (2.3)$$

Количество отводимой теплоты

$$Q = L_{к\ из} \quad (2.4)$$

т.е. Q= 138600 Дж/м^3.

2. Процесс с адиабатным сжатием. Объем воздуха в конце сжатия формулы находим

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)k \quad (2.5)$$

где k = 1,4 — показатель адиабаты.

Из формулы (2.5):

$$V_2 = V_1\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{k}} = 1\left(\frac{0{,}1}{0{,}4}\right)^{\frac{1}{1{,}4}} = 0{,}371\ \text{м}^3$$

Температуру воздуха в конце сжатия вычисляем по формулам:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} \quad (2.6)$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (2.7)$$

При наших данных

$$T_2 = T_1\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 228\left(\frac{0{,}4}{0{,}4}\right)^{\frac{1{,}4-1}{1{,}4}} = 428\ \text{К}$$

Согласно формуле (2.2):

t_2= T_2 -273 = 428 -273 = 155 °С.

Работа, затрачиваемая в компрессоре.

$$L_{\text{к.ад}} = \frac{k}{k-1}(p_2V_2 - p_1V_1) \qquad (2.8)$$

$$L_{\text{к.ад}} = \frac{k}{k-1}p_1V_1\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right] \qquad (2.9)$$

По формуле (2.8)

$$L_{\text{к.ад}}\frac{1{,}4}{1{,}4-1}(0{,}4\cdot10^6\cdot0{,}371 - 0{,}1\cdot10^6\cdot1) = 169400\ \text{Дж/м}^3$$

3.Процесс с политропным сжатием. Объем воздуха в конце сжатия вычисляем по формуле (2.5)

$$V_2 = V_1\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} = 1\left(\frac{0{,}1}{0{,}4}\right)^{\frac{1}{1{,}25}} = 0{,}33\text{м}^3$$

Температура в конце сжатия согласно выражению (2.7)

$$T_1 = T_2\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} = 288\left(\frac{0{,}4}{0{,}1}\right)^{\frac{1{,}25-1}{1{,}25}} = 380\text{К}$$

или $t_2 = T_2$ -273 = 380 -273 = 107 °С.

Работа, затрачиваемая в компрессоре, по формуле (2.8)

$$L_{\text{к пол}} = \frac{n}{n-1}(p_2V_1 - p_1V_1) = \frac{1{,}25}{1{,}25-1}(0{,}4\cdot10^6\cdot0{,}33 - 0{,}1\cdot10^6\cdot1) =$$

$$= 160000\ \text{Дж/м}^3.$$

Количество отводимой теплоты

$$Q = mc_{vm}\frac{n-k}{n-1}(T_2 - T_1), \qquad (2.10)$$

где m— масса воздуха, кг; c_{vm}= 0,7243 кДж/ (кг • К) — средняя изохорная теплоемкость воздуха в интервале температур 0 - 200 С.

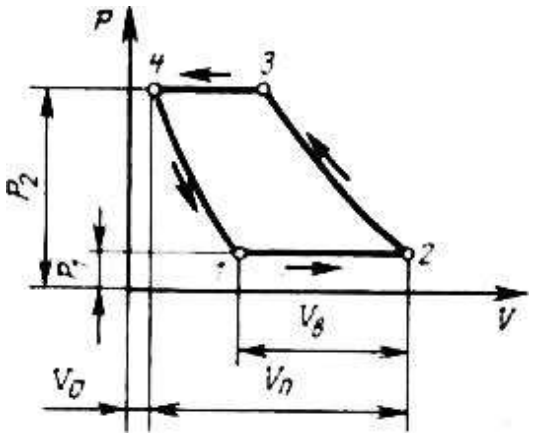


Рис. 2.2. Действительный процесс в одноступенчатом поршневом компрессоре:

V —всасываемый объем: *V* — объем, описываемый поршнем; *V* — объем вредного пространства; *4—1* — расширение воздуха, оставшегося во вредном пространстве

Предварительно находим массу воздуха используя формулу

$$pV = mRT, \qquad (2.11)$$

где R= 287 Дж/(кг • К) — газовая постоянная воздуха.

Из выражения (2.11)

$$m = \frac{p_1 V_1}{RT_1} = \frac{0{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1}{287 \cdot 288} = 1{,}21 \text{ кг}.$$

Подставляя числовые значения в формулу (2.10), получим

$$Q = 1{,}21 \cdot 0{,}7243 \frac{1{,}25 - 1{,}4}{1{,}25 - 1}(380 - 288) = -48{,}38 \text{кДж/м}^3.$$

2.2. Определить коэффициент вредного пространства $a_в$, объемный коэффициент a_Q компрессора, объем $V_в$ всасываемого в компрессор воздуха (рис. 2.2), коэффициент подачи $a_п$, а также установить, насколько объем действительно всасываемого воздуха меньше объема при теоретическом процессе, если известно, что объем вредного пространства $V_о$=0,0175м^3- объем, описываемый поршнем, V = 0,35 м^3; начальное абсолютное давление воздуха p_1 = 0,1 МПа; конечное давление p_2 = 0,6 МПа; показатель политропы расширения воздуха, оставшегося во вредном пространстве, n= 1,3; действительная производительность компрессора за один ход поршня, пересчитанная на давление всасывания, V = 0,29 м^3.

Решение.

Коэффициент вредного пространства

$$a_в = V_о / V_п, \qquad (2.12)$$

или $a_в$= 0,0175/0,35 = 0,05.

Объемный коэффициент компрессора

$$a_0 = 1 - a_в \left(\in \frac{1}{n} - 1 \right) \qquad (2.13)$$

или $a_0 = V_в / V_п$ (2.14)

По формуле (2.13)

$$a_0 = 1 - 0{,}05\left[\left(\frac{0{,}6}{0{,}1}\right)^{\frac{1}{1{,}3}} - 1\right] = 0{,}852.$$

Объем всасываемого компрессором воздуха согласно формуле (2.14)

$V_в = a_0 V_п = 0{,}852 \cdot 0{,}35 = 0{,}298 м^3$

Коэффициент подачи компрессора

$a_п - V_д/V_п,$ (2.15)

т.е. $a_п = 0{,}29/0{,}35 = 0{,}83.$

Объем действительно всасываемого воздуха меньше объема воздуха, всасываемого при теоретическом процессе, на объем, описываемый поршнем от начала его хода до начала всасывания:

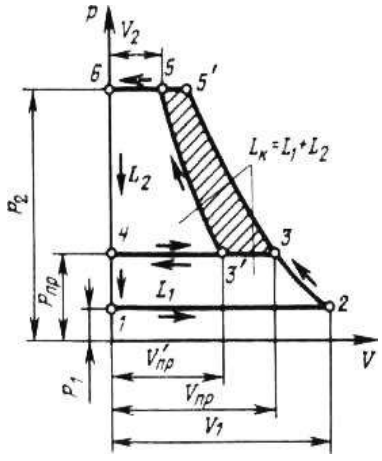
$V_п - V_в = 0{,}35 - 0{,}298 = 0{,}052$ м^3.

§2. МНОГОСТУПЕНЧАТОЕ СЖАТИЕ

Примеры расчета

2.3. Определить наивыгоднейшее давление $p_{пр}$ воздуха в промежуточном охладителе, температуру T_2 в конце сжатия, работы L_1и L_2 в ступенях и полную работу $L_к$, затрачиваемую в двухступенчатом компрессоре (рис. 2.3), если сжатию подвергается 1 м^3 воздуха от давления p_1= 0,1 МПа до давления p_2 = 0,9 МПа. Начальная температура воздуха t_1= 17 °С, показатель политропы сжатия n = 1,25, $a_в$ = 0,05.

Полученные результаты сравнить с результатами одноступенчатого сжатия.



Решение. Наивыгоднейшее давление в промежуточном охладителе

$P_{пр} = \sqrt{P_1 P_2},$ (2.16)

т.е. $P_{пр} = \sqrt{0{,}1 \cdot 0{,}9} = 0{,}3$Мпа

Рис. 2.3. Двухступенчатое сжатие:
***3— 5— 5— 3 — 3* — экономия в работе от промежуточного охлаждения**

На основании формулы

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{zn}} \tag{2.17}$$

температура в конце сжатия в ступени

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_2}\right)^{\frac{n-1}{zn}} = (273 + 17)\left(\frac{0{,}9}{0{,}1}\right)^{\frac{1{,}25-1}{2\cdot 1{,}25}} = 361 \text{ К}$$

Исходя из формулы (2.2)

$$t_2 = T_2 - 273 = 361 - 273 = 88℃$$

Полная работа в первой ступени компрессора

$$L_1 = \frac{n}{n-1} p_1 V_1 \left[\left(\frac{p_{\text{пр}}}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1\right] \tag{2.18}$$

т. е. $$L_1 = \frac{1{,}25}{1{,}25-1} 0{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1 \left[\left(\frac{0{,}3}{0{,}1}\right)^{\frac{1{,}25-1}{1{,}25}} - 1\right] = 123000 \text{ Дж}$$

То же, во второй ступени компрессора

$$L_2 = \frac{n}{n-1} p_{\text{пр}} V'_{\text{пр}} \left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1\right] \tag{2.19}$$

где $V_{\text{пр}}$ — объем воздуха при всасывании во вторую ступень, м^3.

По формуле (2.5)

$$\frac{p_1}{p_{\text{пр}}} = \left(\frac{V_{\text{пр}}}{V_1}\right) n,$$

откуда объем воздуха на выходе из первой ступени

$$V_{\text{пр}} = V\left(\frac{p_1}{p_{\text{пр}}}\right)^{\frac{1}{n}} = 1\left(\frac{0{,}1}{0{,}1}\right)^{\frac{1}{1{,}25}} = 0{,}415 \text{м}^3.$$

По закону Гей-Люссака, при условии охлаждения в промежуточном охладителе от T_2 до T_1

$V'_{\text{пр}} / V_{\text{пр}} = T_1 / T_2$.

Объем воздуха при всасывании во вторую ступень

$$V'_{\text{пр}} = V_{\text{пр}}\left(\frac{T_1}{T_2}\right) = 0{,}415\left(\frac{290}{361}\right) = 0{,}333 \text{м}^3.$$

Таким образом,

$$L_2 = \frac{1{,}25}{1{,}25-1}\,0{,}3\cdot 10^6\cdot 0{,}333\left[\left(\frac{0{,}9}{0{,}3}\right)^{\frac{1{,}25-1}{1{,}25}}-1\right] = 123000 \text{ Дж.}$$

Следовательно, $L_1 = L_2$, т.е. соблюдается условие равенства работ в ступенях (для z-ступенчатого сжатия):

$L_1 = L_2 = \ldots L_z$.

Полная работа, затрачиваемая в компрессоре,

$L_K = L_1 + L_2 = 123000 + 123000 = 246000$ Дж.

Эту же работу можно рассчитать по формулам

$$L_к = z\frac{n}{n-1}p_1V_1\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{zn}}-1\right]. \qquad (2.22)$$

При наших данных

$$L_к = 2\frac{1{,}25}{1{,}25-1}\,0{,}1\cdot 10^6\cdot 1\left[\frac{0{,}9}{0{,}1}^{\frac{1{,}25-1}{2\cdot 1{,}25}}-1\right] = 246000 \text{ Дж.}$$

Объемный коэффициент, определяемый по первой ступени сжатия,

$$a_{0z} = 1 - a_в\left(\epsilon^{\frac{1}{zn}}-1\right), \qquad (2.23)$$

$$a_{0z} = 1 - 0{,}05\left[\frac{0{,}9}{0{,}1}^{\frac{1}{2\cdot 1{,}25}}-1\right] = 0{,}93$$

В данном примере при двухступенчатом сжатии по сравнению с одноступенчатым (показатели последнего определены по приведенным ранее формулам):

температура сжатого воздуха ниже на 89° (177° — 88°);

работы затрачивается меньше на 12,2 % (276000 — 246000=30000 Дж);

объемный коэффициент выше на 17% (0,93 — 0,76 = 0,17).

2.4. Определить допустимую степень повышения давления оставшегося во вредном пространстве воздуха в одноступенчатом компрессоре при расширении: а) изотермическом; б) политропном при n = 1,25; в) адиабатном при a = 0,06; г) в одной ступени при t_1=15 °С; t_2 = 165 °С; n=1.3

Решение. Предел степени повышения давления, обусловленный влиянием вредного пространства, — это степень повышения давления, при которой прекратится всасывание:

$$\varepsilon = \left(\frac{1 + a_{\text{в}}}{a_{\text{в}}}\right)^{n} \qquad (2.24)$$

Для заданных условий имеем соответственно:

а) $\varepsilon_{\text{из}} = \dfrac{1 + 0{,}06}{0{,}06} = 17{,}7$;

б) $\varepsilon_{\text{пол}} = \left(\dfrac{1 + 0{,}06}{0{,}06}\right)^{1{,}25} = 36{,}3$;

в) $\varepsilon_{\text{ад}} = \left(\dfrac{1 + 0{,}06}{0{,}06}\right)^{1{,}4} = 55{,}9$.

Температурный предел степени повышения давления в одной ступени

$$\varepsilon = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{n}{n-1}}, \qquad (2.25)$$

$$\varepsilon = \left(\frac{273 + 165}{273 + 15}\right)^{\frac{1{,}3}{1{,}3-1}} = 6{,}15$$

2.5 Определить наивыгоднейшее давление $p_{\text{пр}}$ сжатого воздуха в промежуточном охладителе двухступенчатого компрессора, если t_1 = 5 °С, t_2= 165 °С, n = 1,35, p_1= 0,1 МПа.

Решение. При z-ступенчатом сжатии

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{zn}} \qquad (2.26)$$

причем значения температуры T_2в конце сжатия в каждой ступени должны быть одинаковы.

Степень повышения давления:

в компрессоре по формуле (2.26)

$$\varepsilon = \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{zn}{n-1}} = \left(\frac{273 + 165}{273 + 5}\right)^{\frac{2 \cdot 1{,}35}{1{,}35-1}} = 33{,}34;$$

в каждой ступени z-ступенчатого компрессора

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \cdots \varepsilon_z = \sqrt[z]{\varepsilon} \qquad (2.27)$$

Следовательно,

$$\varepsilon_1 = p_{\text{пр}}/p_1 = \sqrt{33{,}44} = 5{,}77$$

Давление в промежуточном охладителе $P_{\text{пр}}$

$$P_{\text{пр}} = \varepsilon_1 1 p_1 = 5{,}77 \cdot 0{,}1 = 0{,}577\text{МПа}.$$

§3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КОМПРЕССОРА И МОЩНОСТЬ ЕГО ДВИГАТЕЛЯ

Примеры расчета

2.6. Определить производительность одноступенчатого одноцилиндрового компрессора одностороннего действия для действительных и нормальных условий всасывания, если внутренний диаметр цилиндра D= 0,9м, ход поршня S= 0,55 м, n= 167 об/мин, коэффициент подачи (a_n= 0,86, давление воздуха во всасывающем патрубке $p_{дс}$ = 0,1 МПа, температура воздуха $t_{\text{вс}}$= 10 °С. ,

Решение. Производительность (м^3/мин) компрессора, отнесенная к условиям всасывания (при давлении и температуре воздуха во всасывающем патрубке), определяется по размерам цилиндра первой ступени сжатия:

для компрессора одностороннего действия

$$V_{\text{мин}} = Z_{\text{ц}} a_{\text{п}} \frac{\pi D^2}{4} Sn; \qquad (2.28)$$

для компрессора двустороннего действия

$$V_{\text{мин}} = Z_{\text{ц}} a_{\text{п}} \frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2) Sn\,, \qquad (2.29)$$

где Z— количество цилиндров первой ступени; $a_{\text{п}}$ — коэффициент подачи компрессора; D— диаметр цилиндра, м; d— диаметр штока поршня, м; S— ход поршня, м; n —частота вращения вала компрессора, об/мин.

По формуле (2.28)

$$V_{\text{мин}} = 1 \cdot 0{,}86 \frac{3{,}14 \cdot 0{,}9^2}{4} 0{,}55 \cdot 167 = 50{,}2 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

То же, для нормальных условий всасывания (при давлении воздуха p = 0,1013МПа и температуре его 0 °С, т.е. T_0= 273 К)

$$V_{\text{нор}} = \frac{T_0 p_{\text{вс}}}{T_{\text{вс}} p_0} V_{\text{мин}} \qquad (2.30)$$

т. е. $$V_{\text{нор}} = \frac{273 \cdot 0{,}1}{(273 + 10) \cdot 0{,}1013} 50{,}2 = 47{,}8 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

2.7. Для двухступенчатого компрессора производительностью $V_{\text{мин}}$ = 30 м^3/мин определить теоретическую $N_{\text{т}}$ и индикаторную N_{i}. мощности компрессора, мощности на его валу $N_{\text{в}}$ и двигателя N, полный к.п.д. при изотермическом $\eta_{\text{к из}}$ и адиабатном $\eta_{\text{к ад}}$ сжатии компрессора, если начальное давление воздуха p_1 = 0,1 МПа, конечное p_2= 0,8 МПа, $\eta_{\text{п}}$ = 0,9, $\eta_{\text{iиз}}$ = 0,79, $\eta_{i\text{ад}}$ = 0,92, η_M= 0,9.

Решение. 1. Изотермическое сжатие. Теоретическая работа, затрачиваемая при изотермическом сжатии 1 м^3 воздуха, определяется по формуле (2.3):

Теоретическая мощность (кВт) компрессора

$$N_{\text{т}} = \frac{L_{\text{к}} V_{\text{мин}}}{1000 \cdot 60} \qquad (2.31)$$

где L_K — теоретическая работа, затрачиваемая при изотермическом или адиабатном сжатии 1 м^3 воздуха, Дж.

На основании вышеизложенного

$$N_{\text{т}} = \frac{L_{\text{к.из}} V_{\text{мин}}}{1000 \cdot 60} = \frac{208000 \cdot 30}{1000 \cdot 60} = 104 \text{ кВт}.$$

Индикаторная мощность (кВт) компрессора

$$N_i = \frac{N_{\text{т}}}{\eta_i} = \frac{L_{\text{к}} V_{\text{мин}}}{1000 \cdot 60 \eta_i} \qquad (2.32)$$

где η_i — индикаторный к.п.д. компрессора, учитывающий степень отклонения действительного процесса сжатия от теоретического.

В числовом выражении

$N_i = N_т/\eta_{i\ из} = 104/0{,}79 = 131{,}6$ кВт.

Мощность (кВт) на валу компрессора

$$N_в = \frac{N_i}{\eta_м} = \frac{L_к V_{мин}}{1000 \cdot 60 \eta_i \eta_м} \qquad (2.33)$$

где $\eta_м$— механический к.п.д. компрессора, учитывающий сопротивления трения от поршня до вала компрессора.

С учетом механического к.п.д. компрессора

$N_в = N_i/\eta_м = 131{,}6/0{,}9 = 146{,}2$ кВт.

Мощность (кВт) двигателя

$$N = \frac{N_в}{\eta_п} = \frac{L_к V_{мин}}{1000 \cdot 60 \eta_i \eta_м \eta_п} \qquad (2.34)$$

где $\eta_п$ — к.п.д. передачи от вала двигателя к валу компрессора. Подставляя значение $\eta_п$ в формулу (2.3), получаем:

$N = N_в/\eta_п = 146{,}2/0{,}9 = 162{,}4$ кВт.

Полный к.п.д. компрессора

$\eta_{к.из} = \eta_i \eta_м = N_т/N_в;$

т.е. $\eta_{к.из} = 0{,}79 \cdot 0{,}9 = 0{,}711.$

2. Адиабатное сжатие. Теоретическая работа, затрачиваемая при адиабатном сжатии 1 м^3 воздуха, по формуле (2.22)

$$L_{к.ад} = z\frac{k}{k-1}p_1 v_1\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{zk}} - 1\right] = 2\frac{1{,}4}{1{,}4-1}0{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1\left[\left(\frac{0{,}8}{0{,}1}\right)^{\frac{1{,}4-1}{2 \cdot 1{,}4}} - 1\right] =$$

=242100 Дж.

Теоретическая мощность компрессора по формуле (2.31)

$$N_т = \frac{L_{к.ад} V_{мин}}{1000 \cdot 60} = \frac{242100 \cdot 30}{1000 \cdot 60} = 121 \text{ кВт.}$$

Индикаторная мощность компрессора по формуле (2.32)

$N_i = N_т/\eta_{i\ ад} = 121/0{,}92 = 131{,}5$ кВт

Мощность на валу компрессора по формуле (2.33)

$N_п$= 131,5/0,9 = 146,1 кВт.

Мощность двигателя по формуле (2.34)

N= 146,1/0,9 = 162,3 кВт.

Полный к.п.д. компрессора по формуле (2.35)

$\eta_{\text{к.ад}} = \eta_{i\ \text{ад}}\eta_{\text{м}} = 0{,}92 \cdot 0{,}9 = 0{,}828$

2.8. Определить индикаторную мощность одноступенчатого двухцилиндрового компрессора одностороннего действия, если p=0,24 МПа, D=200 мм, S= 150 мм, n = 730 об/мин.

Решение. Индикаторная мощность (кВт) одноступенчатого компрессора одностороннего действия при площади F(см^2), ходе S(м) поршня, частоте вращения n (об/мин) вала компрессора и среднего индикаторного давления p. (Па) по индикаторной диаграмме

$$N_i = \frac{p_i F S_n}{1000 \cdot 60} \qquad (2.36)$$

Тоже для одноступенчатого компрессора двустороннего действия

$$N_i = \frac{p_i (F_1 + F_2) S_n}{1000 \cdot 60} \qquad (2.37)$$

где F_1 и F_2 — площади рабочих поверхностей поршня.

Индикаторная мощность многоступенчатого компрессора определяется как сумма индикаторных мощностей всех ступеней:

$$N_i = \sum \text{N}_{\text{ic}}. \qquad (2.38)$$

По формуле (2.36)

$$N_i = \frac{2p_i \frac{\pi D^2}{4} Sn}{1000 \cdot 60} = \frac{2 \cdot 0.24 \cdot 10^6 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot 730}{1000 \cdot 60 \cdot 4} = 27.5 \text{ кВт.}$$

§ 4. ОХЛАЖДЕНИЕ СЖИМАЕМОГО ВОЗДУХА

Пример расчета

2.9. Определить часовой расход охлаждающей воды $V_{Bч}$ и поверхность охлаждения $F_{\text{по}}$ промежуточного охладителя для двухступенчатого компрессора, производительность которого $V_{\text{мин}}$ = 30 м^3/мин, начальное давление p_1 = 0,1 МПа, конечное давление P_2 = 0,9 МПа, показатель политропы сжатия

n = 1,25, начальная температура воздуха t_1= 27 °С, $k_т$ = 52 Вт/(м^{2}К).

Решение. Температура воздуха в конце сжатия согласно выражению (2.7)

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{zn}} = (273 + 27)\left(\frac{0.9}{0.1}\right)^{\frac{1,25-1}{2\cdot 1,25}} = 374 \text{ К}$$

или $t_2 = T_2 - 273 = 374 - 273 = 101℃.$

Количество теплоты, отводимой при сжатии 1 кг воздуха в каждой ступени, по формуле (2.10)

$$q_с = c_{vm}\frac{n-k}{n-1}(T_2 - T_1) = 0,7243\frac{1,25-1,4}{1,25-1}(374 - 300) =$$

$$= -32,2 \text{ кДж/кг}.$$

Следовательно, $Q_с$= 32,2 кДж/кг.

Количество теплоты (Дж/кг), отводимой в промежуточном или концевом охладителе от 1 кг воздуха,

$$q_{п.о} = c_р(t_2 - t_1) \qquad (2.39)$$

где c = 1,012 кДж/(кг* К) — теплоемкость воздуха при постоянном давлении и температуре 0-200 °С, тогда

$q_{п.о}$ = 1.012 (101 -27) = 74,9 кДж/кг.

Полное количество теплоты (Дж/кг), отводимой в компрессоре от 1 кг воздуха.

$$q_к = zq_с + (z-1)q_{п.о} + q_{к.о}, \qquad (2.40)$$

или q_k= 2 • 32,2 + 74,9 = 139,3 кДж/кг.

Количество воды (в/кг), необходимое для охлаждения 1 кг воздух.

$$V_{в.к} = \frac{q_к}{c_в(t_{2в} - t_{1в})}, \qquad (2.41)$$

где $c_д$ =4,19 кДж/(кг • К) — теплоемкость воды; $t_{2в}$— $t_{1В}$ = 10….15° — разность температур нагревшейся и поступающей для охлаждения компрессора воды.

В числовом выражении

$$V_{в.к} = \frac{139,3}{4,19 \cdot (20 - 10)} 3,32 \text{ л/кг}$$

Часовой расход охлаждающей воды для всего компрессора

$$V_{\text{в.ч}} = 60 V_{\text{в.к}} \rho V_{\text{мин}} \quad (2.42)$$

где $\rho \approx 1{,}2$ кг/м^3 — плотность всасываемого воздуха.

Подставив в формулу (2.42) значения, получим:

$$V_{\text{в.ч}} = 60 \cdot 3{,}32 \cdot 1{,}2 \cdot 30 = 7170 \text{ л/ч} = 7{,}17 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход воды на охлаждение 1 м^3 всасываемого воздуха

$$V_{\text{м}^3} = V_{\text{в.ч}} / V_{\text{мин}} = 7{,}17/30 = 0{,}24 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество теплоты, отводимой в промежуточном или концевом охладителе в течение часа,

$$Q_{\text{п.о}} = 60 c_{\text{р}} \rho V_{\text{мин}} (t_2 - t_1) \quad (2.43)$$

т.е. $Q_{\text{п.о}} = 60 \cdot 1{,}012 \cdot 102 \cdot 30(101 - 27) = 161800$ кДж/ч $=$

$= 161{,}8 \cdot 10^6$ Дж/ч

Средняя разность температур (°С) в охладителе между средними температурами сжатого воздуха и охлаждающей воды

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_2 + t_1}{2} - \frac{t_{2\text{в}} + t_{1\text{в}}}{2}, \quad (2.44)$$

Площадь (м^2) поверхности охлаждения промежуточного или концевого охладителя

$$F_{\text{п.о}} = \frac{Q_{\text{п.о}}}{k_{\text{т}} t_{\text{ср}}} \quad (2.45)$$

где $K_{\text{т}} = 40\ldots60$ Вт/(м^{2}К) — общий коэффициент теплопередачи 1м^2 трубчатой системы охладителя при разности температур по обе стороны стенок трубок, равной одному градусу.

Площадь поверхности охлаждения F_Q должна быть принята на 10 — 15 % больше расчетной по формуле (2.45):

$$F_{\text{п.о}} = \frac{161 \cdot 8 \cdot 10^6}{3600 \cdot 52 \cdot 49} = 17{,}6\text{м}^3$$

Окончательно $F_{\text{п.о}} = 1{,}15 * 17{,}6 = 20{,}2\text{м}^2$

Поверхность охлаждения промежуточного охладителя, отнесенная к 1м^3 всасываемого воздуха.

$$F_{\text{м}^3} = F_{\text{п.о}} / V_{\text{мин}} = 20{,}2/30 = 0{,}67\text{м}^3.$$

Принимаем диаметр трубки в охладителе d= 20 мм и длину l = 2 м. Количество трубок в охладителе

$$n_{\text{т}} = \frac{F_{\text{п.о}}}{\pi d_{\text{т}} L_{\text{т}}} \qquad (2.46)$$

т. е. $n_{\text{т}} = \frac{20{,}2}{3{,}14 \cdot 0{,}020 \cdot 2} = 161.$

Задачи

2.1.Определить объем сжатого воздуха, работу, затрачиваемую в компрессоре при изотермическом сжатии, и количество отводимой от воздуха теплоты, если V_1= 3,5 м^3, начальное абсолютное давление P_1=0,1 МПа, конечное избыточное давление $p_{2\text{и}}$ =0,6 МПа.

2.2. Определить начальный объем V_1 воздуха, работу, затрачиваемую в компрессоре при изотермическом сжатии, если V_2 = 1,25 м^3, p_1 = 0,1 МПа, p_2 =0,45 МПа.

2.3. Определить при изотермическом сжатии конечное давление и температуру воздуха, если Q= 606000 Дж, V_1 = 3,8 м^3, V_2 = 0,7 м^3, масса воздуха m = 4,5 кг.

2.4. Определить степень повышения давления воздуха в компрессоре, конечное давление и температуру воздуха при изотермическом сжатии, если $L_{\text{киз}}$ = 520000 Дж, p_1 =0,1 МПа, V_1=3м^3, m = 3,6 кг.

2.5. Определить объем сжатого воздуха, температуру воздуха в конце сжатия и работу, затрачиваемую в компрессоре на адиабатное сжатие V_1= 2,3 м^3 воздуха от абсолютного давления p_1 = 0,1 МПа до избыточного p_2 = 0,6 МПа, если t_1= 20 °С; k = 1,4.

2.6. Определить работу, давление и объем в конце адиабатного сжатия воздуха в компрессоре, если t= 160 °С. t= 10 °С, p_1=0,1 МПа, V_1 =4 м^3 k= 1,4.

2.7. Определить конечное давление, начальный объем, работу при адиабатном сжатии воздуха в компрессоре, если t_1= 5 °С, t_2= 170 °С, V_2=2 м^3, P_1 =0,1 МПа.

2.8. Определить объем и температуру воздуха в начале политропного

сжатия его в компрессоре, а также затрачиваемую при сжатии воздуха работу и отводимую теплоту, если V_2 = 1,8 м^3, t_2= 125 °С; абсолютное давление p_1 =0,1 МПа, избыточное $p_{2и}$ = 0,4 МПа, n = 1,25, $c_{ут}$= 0,7243 к Дж/(кгК).

2.9. Определить работу при политропном сжатии воздуха в компрессоре и отводимую при этом теплоту, если P_1= 0,1 МПа, ε = 6, t_1= 11 °С, масса сжимаемого воздуха $м$ = 4,25 кг, n = 1,28, $c_{ут}$ = 0,7243 кДж/(кгК).

2.10. Определить начальный объем воздуха, конечное давление и работу при политропном сжатии воздуха в компрессоре, если t_2= 110 °С, t_1=0°С, V_2=1,2 м^3, p_1 =0,1 МПа, n=1,25.

2.11. Определить показатель политропы сжатия воздуха в компрессоре и работу, если V_1= 4,6 м^3, V_2= 1,25 м^3, p_1 = 0,1 МПа, $P_{2И}$ = 0,45 МПа.

2.12. Определить показатель политропы сжатия воздуха в компрессоре и отводимую теплоту, если t= 0 °С, t_2= 100 °С, p_1 =0,1 МПа, $P_{2И}$ = 0,5 МПа, m = 2,8 кг, c'_m = 0,7243 кДж^2/(кг К).

2.13. Определить показатель политропы сжатия воздуха в компрессоре, если $L_{k.пол}$= 680000 Дж, p_1=0,1 МПа, p_2 =0,65 МПа, V_1= 3,1 м^3, V_2= 0,72 м^3.

2.14. Определить коэффициент и объем вредного пространства компрессора, если a_Q= 0,84, абсолютное давление p_1 =0,1 МПа, избыточное $P_{1и}$= 0,4 МПа, n= 1,3, $V_п$= 0,2 м^3.

2.15. Определить объемный коэффициент компрессора и объем всасываемого в него воздуха, если $a_в$ = 0,055, e = 6, n = 1,28, $V_п$ = 0,15м^3.

2.16. Определить степень повышения давления воздуха в компрессоре, если $V_о$=0,012м^3, $V_п$=0,2м^3, $V_в$= 0,16 м^3, n = 1,25.

2.17. Определить показатель политропы расширения оставшегося но вредном пространстве воздуха, если $V_о$= 0,0075 м^3, $V_п$ =0,15 м^3, a_0= 0,84,e = 6.

2.18. Определить коэффициент подачи компрессора, если $V_д$ =0,128м^3, $a_о$=0,82, V = 0,14 м^3.

2.19. Определить коэффициент подачи компрессора, если $V_д$=0,2м^3, $a_в$=0,05, e =5, n =1,3, $V_в$=0,22м^3.

2.20. Определить действительную производительность компрессора за

один ход поршня, пересчитанную на давление всасывания, если $a_{\text{п}}$= 0,8, $a_{\text{в}}$ = 0,05, V_o =0,015 м^3.

2.21. Определить коэффициент вредного пространства компрессора, если $V_{\text{д}}$= 0,28 м^3, $a_{\text{п}}$=0,82, $V_{\text{в}}$=0,3м^3, e = 4, n =1,3.

2.22. Определить степень повышения давления воздуха в компрессоре, если V_o =0,017 м^3, $V_{\text{в}}$= 0,29 м^3, n = 1,29, $a_{\text{п}}$=0,85, $V_{\text{д}}$ =0,28 м^3.

2.23. Определить показатель политропы расширения оставшегося по вредном пространстве воздуха, если e = 3,6, a_n = 0,84, V = 0,26 м^3, $V_{\text{о}}$ = 0,016 м^3, V_B= 0,28 м^3.

2.24. Определить, при каком показателе политропы расширения воздуха, оставшегося во вредном пространстве, прекратится всасывание и одноступенчатом компрессоре, если p_2 = 4,5 МПа, p_1 = 0,1 МПа, V_0=0,013 м^3, $V_в$=0,28 м^3.

2.25. Определить, при каком объеме вредного пространства прекратится всасывание воздуха в одноступенчатом компрессоре, если V_n —0,3 м^3, e = 45, n = 1,3.

2.26. Определить, при каком объеме, описываемом за один ход поршнем компрессора, прекратится всасывание воздуха в одноступенчатом компрессоре, если V_o =0,01 м^3, p_1=0,1 МПа,p_2 = 5,0 МПа, n=1.2

2.27. Определить, какой процесс расширения воздуха, оставшегося во вредном пространстве, происходит в одноступенчатом компрессоре, если a_o =0, V_o = 0,0088 м^3, $V_{\text{п}}$= 0,16 м^3, p_1 = 0,1 МПа, p_2= 1,92 МПа.

2.28. Определить допустимое конечное давление сжатого воздуха, если p_1 = 0,1 МПа; сжатие в одноступенчатом компрессоре происходит без подвода и отвода теплоты; t_1=0 °С; допустимая температура нагрева сжатого воздуха t_2= 170 °С.

2.29. Определить температуру воздуха, всасываемого в одноступенчатый компрессор, если e = 5,2, t=155°С, n= 1,3.

2.30. Определить показатель политропы сжатия воздуха в трехступенчатом компрессоре, если t_2 = 90 °С,t_1= 15 °С, p_1 =0,1 МПа, P_3 = 2,7 МПа.

2.31. Определить конечную температуру сжатия воздуха в ступени двухступенчатого компрессора, если t_1 = 0 °С, P_1 = 0,1 МПа, p_2= 0,9 МПа, n= 1,3.

2.32. Определить начальную температуру воздуха, сжимаемого в двухступенчатом компрессоре, если t= 85 °С, V_1 = 3 м^3, $V_{пр}$= 1,3 м^3, n= 1,28.

2.33. Определить работы L_1и L_2в ступенях двухступенчатого компрессора и работу, затрачиваемую в компрессоре, если V_1 = 2м^3, p_1 = 0,1 МПа, p_2 = 0,9 МПа, $p_{пр}$ = 0,3 МПа, n = 1,28.

2.34. Определить объем воздуха в конце сжатия в первой ступени двухступенчатого компрессора, если L_2= 270000 Дж, n = 1,25, $p_{пр}$= 0,274 МПа, p_2 =0,75 МПа, t_1=24 °С, t_2=90 °С.

2.35. Определить объем воздуха, всасываемого во вторую ступень двухступенчатого компрессора, если L_1= 230000 Дж, p_1 = 0,1 МПа, $P_{пр}$ = 0,29 МПа, n = 1,25, t_1= 15 °С, t_2=85°С.

2.36. Определить объемный коэффициент первой ступени двухступенчатого компрессора, если V —0,01 м^3, V = 0,2 м^3, e — 9, n =1,3.

2.37. Определить производительность для действительных и нормальных условий всасывания одноступенчатого двухцилиндрового компрессора одностороннего действия, если D= 200 мм, S= 150 мм, n= 730 об/мин; $a_п$=0,85; $P_{вс}$ = 0,101 МПа; $t_{ВС}$ = 15°С.

2.38. Определить производительность для действительных и нормальных условий всасывания двухступенчатого четырехцилиндрового компрессора двустороннего действия, если применительно к цилиндрам первой ступени D= 0,62 м, d= 5 см, S= 0,22 м, n = 500 об/мин; $a_п$ = 0,76; $P_{вс}$ = 0,1 МПа; $t_{Вс}$=0°С.

2.39. Определить коэффициент подачи двухступенчатого двухцилиндрового компрессора двустороннего действия, если применительно к цилиндру первой ступени V = 80 м^3/мин, D= 0,75 м, d= 7 см, S = 0,6 м, n=177 об/мин.

2.40. Определить частоту вращения вала одноступенчатого двухцилиндрового компрессора одностороннего действия, если $V_{мин}$= 26 м^3 /мин,

$a_п$ = 0,82, D= 500 мм, S= 490 мм. |

2.41. Определить частоту вращения вала двигателя двухступенчатого двухцилиндрового компрессора двустороннего действия, если применительно к первой ступени V = 20 м^3/мин, a =0,8; D=0,6м; S= 0,5м; ad=8 см; передаточное число ременной передачи между валом компрессора и двигателя i = 8,24.

2.42. Определить мощность на валу двигателя одноступенчатогокомпрессора, исходя из теоретической работы изотермического сжатия, если известно, что $V_{мин}$ = 25 м^3/мин, p_1= 0,1 МПа, p_2 = 0,4 МПа, $\eta_{iиз}$=0,77, а$\eta_м$ =0,88.

2.43. Определить мощность на валу двигателя одноступенчатого компрессора, исходя из теоретической работы изотермического сжатия, если $V_{мин}$= 18 м^3/мин; p_1 =0,1 МПа; p_2 =0,5 МПа; .$\eta_{iиз}$= 0,8; а $\eta_м$ =0,86.

2.44. Определить мощность на валу двигателя одноступенчатого компрессора, исходя из теоретической работы адиабатного сжатия, если $V_{мин}$= 40 м^3/мин; p_1 = 0,1 МПа; p_2 = 0,5 МПа; $\eta_{iад}$ = 0,91; а $\eta_м$ = 0,87.

2.45. Определить мощность на валу двигателя двухступенчатого компрессора, исходя из теоретической работы адиабатного сжатия, если $V_{мин}$ = 32м^3/мин; P_1 =0,1 МПа; p_2 = 0,8 МПа; $\eta_{iад}$ = 0,92; а $\eta_м$ = 0,9.

2.46. Определить индикаторную мощность двухцилиндрового двухступенчатого компрессора двустороннего действия, если среднее индикаторное давление в первой ступени низкого давления p_{i1} = 0,15 МПа; то же, если во второй ступени p_{i2} = 0,41 МПа, диаметры цилиндров и штоков соответственно D_1 = 730 мм, D_2 = 440 мм, d_1 = 70 мм, d_2= 45 мм, S= 450 мм, n = 187 об/мин.

2.47. Определить мощность на валу двухцилиндрового двухступенчатого компрессора двустороннего действия, если среднее индикаторное давление в первой степени p_1 = 0,16 МПа; тоже, второй p = 0,45 МПа, диаметры цилиндров и штоков соответственно D_1 = 900 мм, D_2 = 530 мм, d_1 = 85 мм, d_2 = 55 мм, S= 550 мм, n = 167 об/мин, $\eta_м$ = 0,9.

2.48. Определить, какую производительность может развить односту-

пенчатый компрессор при мощности двигателя N= 250 кВт, если p_1=0,1 МПа, p_2 =0,7 МПа, $\eta_{\text{iиз}}$,=0,78, $\eta_м$ = 0,85 и двигатель соединен с компрессором муфтой.

2.49. Определить, какую производительность может развить двухступенчатый компрессор при мощности двигателя N = 380 кВт, если P_1 =0,1 МПа, p_2 =0,9,МПа, $\eta_{\text{iад;}}$= 0,93, $\eta_м$ =0,9.

2.50. Определить частоту вращения вала одноступенчатого двухцилиндрового компрессора одностороннего действия, если Ni= 98 кВт, $\eta_{\text{iиз}}$= 0,8, p_1 = 0,1 МПа; p_2 = 0,7 МПа; $a_п$ = 0,8; D= 0,45 м, S= 0,43 м.

2.51. Определить частоту вращения вала двухступенчатого двухцилиндрового компрессора двустороннего действия, если $N_в$ = 200 кВт; p_2= 0,9; $a_п$ = 0,87; p_1 = 0,1 МПа; p_2= 0,9 МПа, применительно кпервой ступени $a_п$ = 0,8; D = 600 мм; d= 45 мм; S= 300 мм.

2.52. Определить индикаторный изотермический к.п.д. компрессора, если p_1=0,1 МПа; $p2$ = 0,7 МПа; $V_{\text{мин}}$= 5 м^3/мин; $\eta_м$ = 0,85; $N_в$=25 кВт.

2.53. Определить индикаторный адиабатный к.п.д. одноступенчатого компрессора, если p_1 = 0,1 МПа; p_2 = 0,5 МПа; $V_{\text{мин}}$ = 38 м^3/мин; $\eta_м$ =0,85; $N_в$= 154 кВт.

2.54. Определить механический к.п.д. одноступенчатого двухцилиндрового компрессора одностороннего действия, если $L_{\text{кад}}$ =210000 Дж, D = 200 мм, S = 150 мм, n = 690 об/мин, $a_п$ = 0,85, $N_в$= 22,5 кВт, $\eta_{\text{iад}}$=0,92

2.55. Определить полный изотермический к.п.д. двухступенчатого компрессора, если p_1 = 0,1 МПа; p_2 = 0,5 МПа; $V_{\text{мин}}$ = 25 м^3; N= 110 кВт; $\eta_{\text{п}}$= 0,88.

2.56. Определить полный адиабатный к.п.д. двухступенчатого двухцилиндрового компрессора двустороннего действия, если p_1 =0,1 МПа; P_2 = 0,9 МПа; N= 320 кВт, применительно к первой ступени $a_{\text{п}}$ =0,82; D = 0,8 м; d = 8 см; S= 0,5м; n = 146 об/мин; вал компрессора соединен с валом двигателя.

2.57. Определить объем, описываемый поршнем первой ступени заодин ход, и производительность двухступенчатого двухцилиндровогокомпрессора

одностороннего действия, если применительно к цилиндрупервой ступени N_i= 180 кВт; p_i = 0,23 МПа; $a_п$ = 0,75; n = 280 об/мин.

2.58. Определить $a_п$ одноступенчатого одноцилиндрового компрессора двустороннего действия, пренебрегая размером штока, если N_i=165 к Вт; p_i= 0,32 М Па; $V_{мин}$= 26,9 м^3 /мин.

2.59. Определить частоту вращения вала двухступенчатого двухцилиндрового компрессора двустороннего действия, если применительно к первой ступени N_i=80кВт; D=0,45м; d=4см; S= 0,4м; p_i= 0,16 МПа.

2.60. Определить часовой расход воды на охлаждение одноступенчатого компрессора, если $V_{мин}$= 70 м^3/мин; t_1= 20 °С; t_2= 125 °С; n=1,28; t=20°С; $T_{1в}$= 12 °С.

2.61. Определить часовой расход воды на охлаждение двухступенчатого компрессора с концевым охладителем, если $V_{мин}$ =20 м^3/мин; t_1 = 15 °С; t_2 =95 °С; n = 1,3; t_2 =22 °С; $t_{1в}$= 13 °С

2.62. Определить расход воды для охлаждения 1м воздуха,сжимаемого в двухступенчатом компрессоре, если t_1 = 18 °С; t_2= 100 °С; n=1,25; $t_{2в}$ = 20°С; $t_{1В}$ = 11 °С.

2.63. Определить, какое количество теплоты отводится от 1кг воз-духа в каждой ступени сжатия двухступенчатого компрессора, если t_2— t_1= 85 °С; $q_К$ = 168 кДж/кг.

2.64. Определить количество теплоты, отводимой в процессе сжатияв компрессоре 1кг воздуха, если $V_м^3$ =3,5 л/м^3; $V_{мин}$ =25м^3/мин; $t_{2в}$-$t_{1в}$=11°С

2.65. Определить разность температур входящей в компрессор и выходящей из него воды, если $V_{вч}$= 6700л/ч; $V_{мин}$=26 м^3/мин; $q_к$=150 кДж/кг.

2.66. Определить температуру выходящей из компрессора воды, если $V_м^3$ = 3,5 л/м^3; $q_к$= 147 кДж/кг; $t_{1в}$=12 °С.

2.67. Определить конечную температуру воздуха, сжатого в двухступенчатом компрессоре, если $V_{вч}$=3,6м^3/ч; $V_{мин}$=15м^3/мин; $q_с$= 32кДж/кг, t_1=20°С; $t_{2в}$-$t_{1в}$= 10°С

2.68. Определить начальную температуру воздуха, сжатого в двухсту-

пенчатом компрессоре, если $V_{вч}$ = 10 м^3/ч; $V_{мин}$ =45 м^3/мин; t_2=98 °С; $t_{2В}$-$t_{lв}$ =12 °С, n= 1,25.

2.69. Определить площадь поверхности охлаждения промежуточного охладителя двухступенчатого компрессора, если $V_{мин}$ = 12 м^3/мин; t_2=95 °С, t_1= 18 °С; $t_{2В}$=20°С; $t_{1В}$ = 10 °С; $k_т$ = 47 Вт/(м^2 К).

2.70. Определить потребное число трубок в промежуточном охладителе двухступенчатого компрессора, если $V_{мин}$= 35 м^3/мин4 t_2=100 °С; t_1=22 °С; $t_{2В}$=24 °С; $t_{1В}$= 12 °С; $к_Т$= 54 Вт/(м^2 •К),$d^т$ =22 мм; $l_Т$ = 1,9 м.

2.71. Определить общий коэффициент теплопередачи трубчатойсистемы промежуточного охладителя, если $V_{мин}$ = 15 м^3/мин; t_2= 100°С; t_1= 25 °С; $t_{2в}$ = 20 °С; $t_{1в}$= 10 °С; $F_{по}$=7,2 м^2.

2.72 Определить, какое количество теплоты отводится за час от сжимаемого воздуха в промежуточном охладителе двухступенчатого компрессора, если t= 103 °С; t_1= 27 °С; $t_{2в}$ = 23 °С; $t_{1в}$ = 11 °С; $F_{по}$ = 18 м^2; $к_Т$ = 58 Вт/(м^{2}К).

2.73. Определить, какое число трубок можно выключить из системыохлаждения промежуточного охладителя, если n = 210, $d_Т$=20 мм; $L_Т$=2м; $V_{мин}$=40м^3/мин; t_2=100°С; t_1=25°С; $t_{2в}$=18°С; $t_{1в}$=8°С; $k_Т$=56Вт/(м^{2}К)

2.74. При увеличении частоты вращения вала компрессора производительность его увеличилась до $V_{МиН}$ = 26 м^3/мин. Проверить, достаточна ли при этом площадь поверхности охлаждения ($F_{по}$= 23 м^2) промежуточного охладителя, если t= 100 °С; t_2 = 20 °С; $t_{2\,в}$ = 25 °С; $t_{1В}$= 10 °С; $к_Т$ =52 Вт/ (м^2 К).

2.ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ КОМПРЕССОРЫ

Пример расчета 2.10. Определить среднюю степень повышения давления $e_{ср}$ в одной ступени, индикаторный изотермический к.п.д. $\eta_{iиз}$, мощность двигателя Nцентробежного трехсекционного компрессора, часовой расход охлаждающей воды для всего компрессора и площадь поверхности и охлаждения промежуточных охладителей, если число ступеней сжатия z=6, производи-

тельность компрессора $V_{мин}^{=}$ = 250 м^3/мин, p_1 = 0,1 МПа; p_2 = 0,9 МПа, $\eta_м$ = 0,97, $\eta_п$ = 0,95. Промежуточное охладители установлены после второй и четвертой ступеней (после первой и второй секции), $к_т$ =45 Вт/(м^2 К); температура воздуха на входе и выходе первой, второй и третьей секций соответственно: $t_{1Н}$=20 °С, $t_{1К}$= 120 °С, $t_{2Н}$= 30 °С, $f_{2К}$= 135 °С, $t_{3Н}$= 35 °С, $t_{3к}$= 140 °С, температура воды на входе и выходе первого охладителя $t_{1В}'$=15°С, $t_{2В}^{//=}$ 25 °С, второго— $t_{1В}''$=15°С, $t_{2В}''$= 28°С.

Решение. Средняя степень повышения давления в ступени по формуле (2.27)

$$\varepsilon = \sqrt[z]{\varepsilon} = \sqrt[6]{\frac{p_2}{p_1}} = \sqrt[6]{\frac{0,9}{0,1}} = 1,44.$$

Теоретическая работа, затрачиваемая в компрессоре на сжатие 1 м^3 воздуха в изотермическом процессе, по формуле (2.3)

$$L_{к.из} = 2,303 p_1 V_1 \log\frac{p_2}{p_1} = 2,303 \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 1 \log\frac{0,9}{0,1} = 219700 Дж/м^3$$

Фактическая полная работа (Дж/м^3), затраченная на сжатие 1 м^{3}воздуха,

$$l_к = \rho c_р \sum(t_к - t_н) \qquad (2.47)$$

$$L_к = \rho c_р[(t_{1к} - t_{1н}) + (t_{2к} - t_{2н}) + (t_{3к} - t_{3н})] =$$

$$= 1,2 \cdot 1,012 \cdot [(120 - 20) + (135 - 30) + (140 - 35)] =$$

$$= 376,5 кДж/м^3 = 376500 Дж/м^3$$

Индикаторный изотермический к.п.д. компрессора

$$\eta_{i\ из} = L_{к\,из}/L_к \qquad (2.48)$$

т.е. $\eta_{i\,из} = 219700/376500 = 0,584$

Мощность двигателя компрессора по формуле (2.34)

$$N = \frac{L_{к.из} V_{мин}}{60 \cdot 1000 \eta_{iиз} \eta_м \eta_п} = \frac{219700 \cdot 250}{60 \cdot 1000 \cdot 0,584 \cdot 0,97 \cdot 0,95} = 1700 кВт$$

Количество теплоты, отводимое от 1 кг воздуха в первом промежуточном охладителе, по формуле (2.39)

$$q_{п.01} = c_р(t_{1к} - t_{2н}) = 1,012(120 - 30) = 91,1 кДж/кг;$$

то же, во втором охладителе

$$q_{\text{п.02}} = c_{\text{р}}(t_{2\text{к}} - t_{3\text{н}}) = 1{,}012(135 - 35) = 101{,}2 \text{ кДж/кг}.$$

Полное количество теплоты, отводимое в компрессоре от 1 кг воз духа,

$$q_{\text{к}} = q_{\text{п.01}} + q_{\text{п.02}} = 91{,}1 + 101{,}2 = 192{,}3 \text{ кДж/кг}.$$

Количество воды для охлаждения 1 кг воздуха по формуле (2.41)

$$V_{\text{в.к}} = \frac{q_{\text{п.01}}}{c_{\text{в}}(t_{2\text{в}}' - t_{1\text{в}}')} + \frac{q_{\text{п.02}}}{c_{\text{в}}(t_{2\text{в}}'' - t_{1\text{в}}'')} = \frac{91{,}1}{4{,}19(25 - 15)} + \frac{101{,}2}{4{,}19(28 - 15)} =$$

$$= 4{,}03 \text{ л/кг}.$$

Часовой расход охлаждающей воды для всего компрессора по формуле (2.42)

$$V_{\text{в.ч}} = 60 \cdot 4{,}03 \cdot 1{,}2 \cdot 250 = 72540 \text{ л/ч} = 72{,}5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество теплоты, отводимой в первом промежуточном охладителе в течение часа, по формуле (2.43)

$$Q_{\text{п.01}} = 60 c_{\text{р}} \rho V_{\text{мин}}\big((t_{1\text{к}} - t_{2\text{н}}) = 60 \cdot 1{,}012 \cdot 250(120 - 30)\big) =$$

$$= 1{,}64 \cdot 10^6 \text{кДж} = 1{,}6 \cdot 10^9 \text{Дж}.$$

тоже, во втором охладителе:

$$Q_{\text{п.02}} = 60 c_{\text{р}} \rho V_{\text{мин}}\big((t_{2\text{к}} - t_{3\text{н}}) = 60 \cdot 1{,}012 \cdot 250(120 - 30)\big) =$$

$$= 1{,}82 \cdot 10^6 \text{кДж} = 1{,}82 \cdot 10^9 \text{Дж}$$

Средняя разность температур в первом охладителе между средними температурами воздуха и воды по формуле (2.44)

$$t_{\text{ср.1}} = \frac{t_{1\text{к}} + t_{2\text{н}}}{2} - \frac{t_{2\text{в}}' + t_{1\text{в}}'}{2} = \frac{120 + 30}{2} - \frac{25 + 15}{2} = 55℃$$

То же, во втором охладителе:

$$t_{\text{ср.2}} = \frac{t_{2\text{к}} + t_{3\text{н}}}{2} - \frac{t_{2\text{в}}'' + t_{1\text{в}}''}{2} = \frac{135 + 35}{2} - \frac{28 + 15}{2} = 63{,}5℃$$

Площадь поверхности охлаждения первого промежуточного охладителя по формуле (2.45)

$$F_{\text{п.01}} = \frac{Q_{\text{п.01}}}{k_{\text{т}} t_{\text{ср.1}}} = \frac{1{,}64 \cdot 109}{3600 \cdot 45 \cdot 55} = 184 \text{ м}^3$$

То же, второго охладителя:

$$F_{\text{п.02}} = \frac{Q_{\text{п.02}}}{k_{\text{т}} t_{\text{ср.2}}} = \frac{1{,}82 \cdot 109}{3600 \cdot 45 \cdot 63{,}5} = 177 \text{ м}^3$$

Площади поверхностей охлаждения промежуточных охладителей принимаем одинаковыми по наибольшей из них, т.е. $F_{п.01}=F_{п.02}= 184$ м^2.

Окончательно, с учетом 15% запаса

$F_{п.01} = F_{п.02} = 1{,}15 \cdot 184 = 212$ м^3

Задачи

2.75 Определить индикаторный изотермический к.п.д. и мощность двигателя центробежного трехсекционного шестиступенчатого центробежного компрессора, если p_1 = 0,1 МПа, p_2 = 0,9 МПа, $V_{мин}$= 500 м^3/мин, $\eta_м$= 0,98, $\eta_п$ =0,97. Охладители установлены после первой и второй секций, а начальная и конечная температуры в каждой секции соответственно

t_1 = 20 °С, t_2= 110°С.

2.76 Определить часовой расход охлаждающей воды для компрессора, по данным задачи 2.75, если начальная температура воды в промежуточных охладителях $t_{1В}$= 10 °С, а конечная $t_{2В}$= 22 ^{0}С.

2.77 Определить производительность трехсекционного шестиступенчатого центробежного компрессора, если N = 810 кВт,p_1=0,1 МПа, p_2 = 0,8 МПа, $\eta_м$ = 0,96, $\eta_п$ = 0,95. Температуры воздуха на входе и выходе каждой секции t_1= 10 °С, t_2 = 100 °С.

2.78 Определить число ступеней сжатия центробежного компрессора и среднюю степень повышения давления в одной ступени, если p_1 = 0,1 МПа, p_2 = 0,9 МПа, $\eta_{iиз}$ = 0,71, $L_{к\ из}$ = 219,7 кДж/м^3. Температура воздуха на входе и выходе каждой секции: t= 20 °С, t_2= 105 °С.

2.79 Определить производительность центробежного трехсекционного компрессора и мощность двигателя для него, если p_1 =0,1 МПа, p_2 = 0,9 МПа, η_m = 0,94, $\eta_п$ = 0,95. Охладители установлены после каждой секции. Температура воздуха на входе и выходе каждой секции: t_1= 25 °С, t= 110 °С; температура воды на входе и выходе каждого охладителя: $t_{1В}$= 17 °С; $t_{2В}$= 30 °С; часовой расход охлаждающей воды для всего компрессора $V_в$ = 39,3 м^3/ч.

Пример расчета 2.11. Рассчитать пневматическую установку для шахты с годовой производительностью $A_г$ =1,2 млн. т угля, разрабатывающую крутые пласты на глубине 400 м. Схема воздухопроводной сети показана на рис. 2.4. Порядок отработки шахтного поля — прямой.

На участках *I, II* и *IV* работают комбайны и по два отбойных молотка, а на участках ///, *V* и *VI* — по 11 отбойных молотков. На

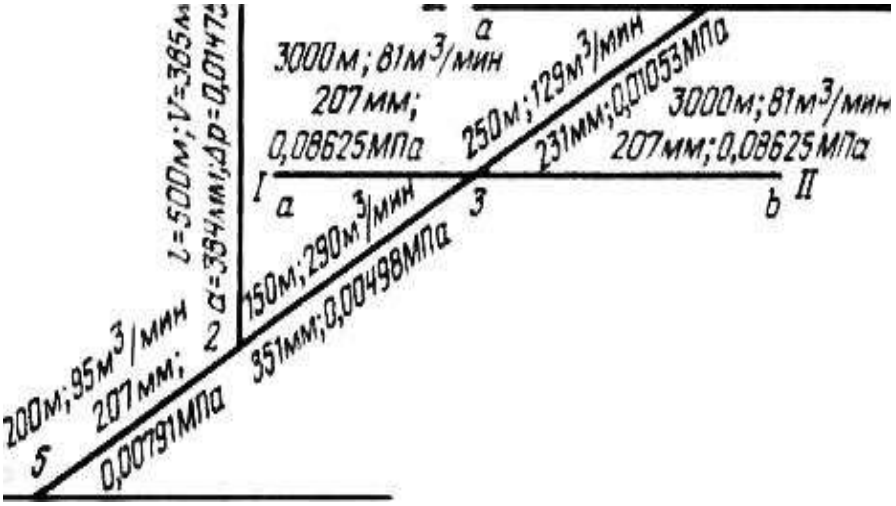


Рис. 2.4. Схема воздухопроводной сети к примеру 2.11

каждом участке, кроме того, работают два бурильных молотка, одна породопогрузочная машина, одна маневровая лебедка и один вентилятор местного проветривания.

Решение. 1. Производительность (м^3/мин) компрессорной станции [4]

$$V_{k.c} = k_c \varphi \left[\mu \left(\begin{array}{c} \sum V_{\text{nj}}\, \text{n}_{\text{nj}}\, \text{k}_{\text{и}j}\, \text{k}_{\text{д}i}\, \text{k}_{\text{з}i}\, \text{k}_{\text{в}i}\, \text{k}_{\text{ni}} + \\ +2{,}7 \sqrt{\sum \text{V}_{\text{ni}}^2\, \text{n}_{\text{ni}} \left(\text{k}_{\text{и}j}\, \text{k}_{\text{д}i}\, \text{k}_{\text{з}i}\right)^2 \text{k}_{\text{в}i} (1 - \text{k}_{\text{в}i}) \text{k}_{\text{ni}}} + \\ +\text{V}_{\text{np}}\, \text{n}_{\text{np}}\, \text{k}_{\text{np}} \end{array} \right) + \sum \text{V}_{\text{yt}} / k_{yt} \right] \quad (2.49)$$

где κ — коэффициент сезонности, учитывающий зависимость производительности компрессорной станции от температуры всасываемого воздуха: при t= - 10 °С; κ_c = 0,893; при 0 °С - 0,932; 10 °С - 0,966; 20 °С — 1,0; 30 °С —

1,034; 40 °С — 1,068. За температуру всасываемого воздуха принимают среднемесячную температуру июля; φ = 1,02 — коэффициент, учитывающий возможность повышения давления по сравнению с расчетным; μ — 1,05 — коэффициент расхода воздуха неучтенными потребителями; i — номер группы однотипных потребителей; , V_n — расход воздуха одним потребителем данной группы; $n_{\text{п}}$ — количество однотипных потребителей; $\kappa_{\text{и}}$ — коэффициент износа, связывающий увеличение расхода воздуха с износом потребителей; $k_{\text{д}}$ — коэффициент давления, учитывающий зависимость расхода воздуха от его давления; $\kappa_з$ — коэффициент загрузки, показывающий изменение расхода воздуха потребителем при отклонении фактической нагрузки его от номинальной и при регулировании; $\kappa_д$ — коэффициент включения, т.е. использования потребителя во времени; $\kappa_д$ — коэффициент сменности, показывающий, что работающих потребителей меньше подключенных к пневмосети (при проектировании новых компрессорных станций принимают κ_n = 1, т.е. предусматривая возможность самого напряженного периода работы всех потребителей одновременно); $V_{пр}$= 0,5 м^3/мин — предельно допустимые утечки на присоединении одного потребителя; $n_{пр}$ — количество присоединений потребителей; κ_n — коэффициент отклонения фактического давления в местах присоединения потребителей от допустимого среднего избыточного $p_{\text{ипр}}$= 0,4 (при проектировании новых компрессорных станций принимают$k_{\text{пр}}$=1) $V_{УТ}$ — предельно допустимые значения утечек сжатого воздуха на 1км магистрального воздухопровода (принимают равными:от компрессора до главного квершлага включительно 3,0 м^3/ (мин км) при среднем по длине избыточном давлении 0,6 МПа; для воздухопроводов групповых и участковых штреков 4 м^3/(мин км) при средних избыточных давлениях по длине соответственно 0,5 и 0,4 МПа]; L —длина одного из указанных выше участков магистрального воздухопровода; $k_{\text{ут}}$ — коэффициент отклонения фактического давления сжатого воздуха на участках магистрального воздухопровода от допустимого среднего по длине давления. При проектировании новых компрессорных станций $k_{\text{УТ}}$= 1.

Упростив формулу (2.49), получим

$$V_{\text{к.с}} = k_{\text{с}}\varphi\left[\mu\left(\sum V_{ni}k_{ni}n_{01i} + 2{,}7\sqrt{\sum V_{ni}^2 n_{ni}k_{02i}} + V_{\text{пр}}n_{\text{пр}}k_{\text{пр}}\right) + \sum V_{\text{ут}}/\text{k}_{\text{ут}}\right] \quad (2.50)$$

Необходимые для расчетов по формуле (2.50) данные о потребителях сжатого воздуха приведены в прил. 3.

Расчеты по первому слагаемому и подкоренному выражению формулы (2.50) даны в табл. 2.1.

Производительность компрессорной станции на горизонте по формуле (2.50) при коэффициенте сезонности $\kappa_c = 1$: в конце работ

$$V_{\text{к.с}} = 1 \cdot 1{,}02\left[1{,}05\left(213{,}01 + 2{,}7\sqrt{195{,}05 + 0{,}5 \cdot 75 \cdot 1}\right) + \right.$$

$$\left. + (3 \cdot 1{,}1 \cdot 1 + 4 \cdot 18 \cdot 1)\right] = 385 \text{ м}^3/\text{мин};$$

в начале работ

$$V_{\text{к.с}} = 1 \cdot 1{,}02\left[1{,}05\left(213{,}01 + 2{,}7\sqrt{195{,}05 + 0{,}5 \cdot 75 \cdot 1}\right) + \right.$$

$$\left. + 3 \cdot 1{,}1 \cdot 1\right] = 312 \text{ м}^3/\text{мин};$$

2. Расход воздуха на утечки:

в конце работ на горизонте

$$\sum V_{\text{ут.к}} = \frac{0{,}5 \cdot 75 + 3 \cdot 1{,}1 + 4 \cdot 18}{385}100 = 29{,}3\%$$

в начале работ на горизонте

$$\sum V_{\text{ут.н}} = \frac{0{,}5 \cdot 75 + 3 \cdot 1{,}1}{312}100 = 13{,}1\%$$

Среднее значение расхода воздуха на утечки за период работы на горизонте 21,2 %.

Таблица 2.1

Потребители		Номинальный расход воздуха потребителем V_n м^3/мин	Коэффициенты			
Наименование	Число n_n		K_{01}	K_{02}	$V_{ni}n_{ni}k_{01}$	$V_{ni}^2 n_{ni}k_{02}$
Комбайны	3	48	0,52	0	74,88	0
Лебедки комбайнов	3	21	0,53	0	33,39	0
Отбойные молотки	39	1,1	0,65	0,14	27,89	6,61
Бурильные молотки	12	4,3	0,33	0,2	17,03	44,38
Маневровые лебедки	6	14	0,08	0,06	6,72	70,56
Породопогрузочные машины	6	35	0,07	0,01	14,7	73,5
Вентиляторы местного проветривания	6	8	0,8	0	38,4	0
Итого:	75				213,01	195,05

3. Тип и число компрессоров. Для компрессорных станций производительностью до 500 м^3/мин применяют поршневые компрессоры, более 500 м^3/мин — как правило, центробежные компрессоры. При выборе количества компрессоров следует учитывать снижение их производительности вследствие износа. Коэффициент износа k_{v3}принимается для поршневых компрессоров производительностью 50 м^3/мин и 100 м^3/мин равным соответственно 0,9 и 0,95; центробежных производительностью 250 м^3 /мин и 500 м^3/мин — соответственно 0,87 и 0,94.

Резерв компрессоров принимают из расчета на один — два работающих один резервный; на три — пять работающих — два резервных; на 6 — 12 работающих — три резервных.

По расчетной производительности компрессорной станции $V_{кс}$ = 385

м^3/мин принимаем шесть компрессоров 4М10-100/8 производительностью 100 м^3/мин, из которых в работе будут четыре: в начале и конце работ на горизонте. Два компрессора резервные.

Таблица 2.2

Потребители		Номинальный расход воздуха потребителем V_n м^3/мин	Коэффициенты		$V_{ni}n_{ni}k_{01}$	$V_{ni}^2 n_{ni}k_{02}$
Наименование	Количество n_n		K_{01}	K_{02}		
Участок 2-3						
Комбайны	3	48	0,52	0	74,88	0
Лебедки комбайнов	3	21	0,53	0	33,39	0
Отбойные молотки	17	1,1	0,65	0,14	12,16	2,88
Бурильные молотки	8	4,3	0,33	0,2	11,35	29,58
Маневровые лебедки	4	14	0,08	0,06	4,48	47,04
Породо-погрузочные-машины	4	35	0,07	0,01	9,8	49
Вентиляторы местного проветривания	4	8	0,8	0	25,6	0
Итого:	43				171,66	128,5

При коэффициенте износа k_v= 0,95 производительность работающих компрессоров составит 4 *100*0,95 = 380 м^3/мин.

4. Расчет воздухопроводной сети. Цель расчета воздухопроводной сети — определение давления сжатого воздуха у компрессорной станции, при котором каждый из потребителей пневмоэнергии имеет гарантированное рабочее давление.

При расчете схему воздухопроводной сети разбиваем на участки, начало и конец каждого из которых определяем точками разветвления сети. Для всех

участков последовательно рассчитываем количество воздуха, проходящего по участку; необходимые диаметры труб; потери давления. По линии с наибольшим падением давления от самого удаленного потребителя до компрессора с учетом потерь давления в гибких воздухопроводах и рабочего давления у потребителя находим необходимые давления у компрессорной станции.

Участок *1 — 2*. Расход воздуха на этом участке равен производительности компрессорной станции, т.е. $V_{1\text{-}2}$ = 385 м^3/мин.

Расходы воздуха на участках сети определяем по формуле (2.50). В табл. 2.2 находим первое слагаемое и подкоренное выражение данной формулы применительно к участку *2 — 3*.

Участок *2 — 3*. Количество присоединений $n_{\text{пр}}$ = 43; длина подключенного воздухопровода квершлага 400 м, штреков — 12 км.

$$V_{2-3} = 1 \cdot 1{,}02[1{,}05\left(171{,}66 + 2{,}7\sqrt{128{,}5} + 0{,}5 \cdot 43\right) +$$

$$+(3 \cdot 0{,}4 \cdot 1 + 4 \cdot 12 \cdot 1)] = 290 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

В дальнейших расчетах исходим из того, что комбайновые участки /, // и *IV* имеют идентичное оборудование; это относится и к участкам ///, *V* и *IV*, где применяются отбойные молотки. Следовательно,

$$V_{2-5} = V_{1-2} - V_{2-3} = 385 - 290 = 95 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$V_{5-\text{а}} = V_{5-b} = V_{4-\text{а}} = V_{2-5}/2 = 95/2 \approx 48 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$V_{3-a} = V_{3-b} = V_{4-2} = (V_{2-3} - V_{4-a})/3 = (290 - 48)/3 \approx 81 \text{ м}^3/\text{мин}$$

$$V_{3-4} = V_{4-a} + V_{4-b} = 48 + 81 = 129 \text{ м}^3/\text{мин}$$

Если оборудование добычных и проходческих участков не идентично, то расходы воздуха на участках сети следует рассчитывать так же, как для участка *2 — 3*.

Оптимальные диаметры труб находим по рис. 2-5. Стандартные диаметры (табл. 2.3) принимаем по прил. 2.

Эквивалентная длина при определении расчетной длины $l_{\text{р}}$ участков сети принята равной 10 % от фактической. Средняя плотность (кг/м^3)

Таблица 2.3

Участок сети (см. рис. 2.4)	Расход воздуха на участке V, м^3/мин	Диаметры труб, мм: Оптимальный По рис. 2.5, мм	Диаметры труб, мм: Принятый наружный, мм	Диаметры труб, мм: Принятый внутренний d, мм	Фактическая длинна участков труб $l_ф$	Расчетная длина с учетом эквивалентной длины	Скорость воздуха в трубе v, м/с	Расчетные потери на участке сети **Ар,** МПа
1-2	385	360	402	384	500	550	8,61	0,01475
2-3	290	320	351	335	150	165	8.53	0,00498
3-4	129	230	245	231	250	275	7,98	0,01053
2-5	95	200	219	207	200	220	7,32	0,00791
4—а	48	150	180	170	3000	3300	5,48	0,08099
4-Ь	81	190	219	207	3000	3300	6,24	0,08625
3—а	81	190	219	207	3000	3300	6,24	0,08625
з-ь	81	190	219	207	3000	3300	6,24	0,08625
5—а	48	150	180	170	3000	3300	5,48	0,08099
5-Ь	48	150	180	170	3000	3300	5,48	0,08099

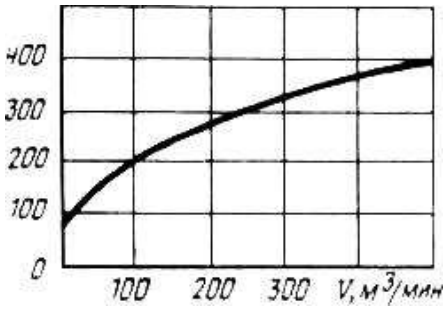


Рис. 2.5. Номограмма для определения оптимального диаметра труб

воздуха на всех участках сети принята одинаковой и вычислена по формуле

$$p_{\text{ср}} = \frac{p_{к\cdot с} + p_n}{2RT_{ср}} \qquad (2.51)$$

где $p_{\text{к с}}$ и p_n — абсолютные давления у компрессорной станции и потребителей, МПа; R= 287 Дж/(кг *К) - газовая постоянная воздуха; $T_{\text{ср}}$ = 273 + 20 = 293 $К$ — средняя температура сжатого воздуха в сети.

Принимая избыточное давление у наиболее удаленного потребителя 0,5МПа и максимально возможные потери давления 0,2 МПа, получим дав-

ление у компрессорной станции 0,7МПа. Следовательно,

$$p_{\text{ср}} = \frac{(0{,}8 + 0{,}6) \cdot 10^6}{2 \cdot 287 \cdot 293} = 8{,}32 \text{ кг/м}^3$$

Скорость (м/с) движения воздуха в трубах

$$v = \frac{4\rho_0 V}{60\pi d^2 \rho_{\text{ср}}} \qquad (2.52)$$

где ρ_0=1.293 кг/м^3- плотность воздуха при нормальных условиях; *V*- расход воздуха на участке сети, м^3/мин; *d* – внутренний диаметр труб участка сети, м, тогда для участка 1-2:

$$v_{1-2} = \frac{4 \cdot 1{,}293 \cdot 385}{60 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}384^2 8{,}32} = 8{,}61 \text{ м/с.}$$

Рассчитанные для всех участков скорости приведены в таблице 2,3

Падение давления (Па) на участке сети

$$\Delta p = \lambda \frac{L_{\text{р}} V^2}{d2} \rho_{\text{ср}}, \qquad (2.53)$$

Где $\lambda = 0{,}0334$ - коэффициент гидравлического трения, тогда для участка 1-2:

$$\Delta p_{1-2} = 0{,}0334 \frac{550 \cdot 8{,}61^2}{0{,}384 \cdot 2} 8{,}32 \cdot 10^6 = 0{,}01475 \text{ Мпа}$$

Вычисленные для всех участков падения давления приведены в табл. 2.3.

По данным табл. 2.3 потери давления от компрессора до самого удаленного участка по наиболее напряженной линии магистрального воздухопровода *1—2 — 3 — 4 — b:*

$$\sum \Delta p_{\text{м}} = 0{,}01475 + 0{,}00498 + 0{,}01053 + 0{,}08625 = 0{,}117 \text{ Мпа}$$

Потери давления (МПа) с учетом потерь в гибких воздухопроводах (шлангах)

$$\sum \Delta p = \sum \Delta p_{\text{м}} + \Delta p_{\text{ш}} \qquad (2.54)$$

где $\Delta p_{\text{ш}}$ — допустимые потери давления в гибких воздухопроводах, МПа; в воздухопроводах приемников, расположенных на штреке длиной 5 —15 м, Δp = 0,03….0,05 МПа; в воздухопроводах молотковой лавы длиной 100 - 150

м $\Delta p_{ш}$ = 0,05…0,08 МПа; в воздухопроводах комбайнов, щитовых агрегатов длиной 120- 180 м$\Delta p_{ш}$ = 0,08….0,12 МПа.

В конце линии *1 -2 - 3-4-b* расположен комбайновый участок. Принимая $\Delta p_{ш}$ = 0,08 МПа, получим

p = 0,117 +0,08 = 0,197 МПа,

что меньше допустимого $2\Delta p$ = 0,2 МПа.

При $\sum\Delta p$ > 0,2 МПа необходимо увеличить диаметр труб, особенно на протяженных участках сети.

С учетом избыточного давления у потребителя p_n = 0,5 МПа необходимое избыточное давление у компрессорной станции

$$p_{к.с} = p_{п} + \sum\Delta p = 0{,}5 + 0{,}197 = 0{,}697 \text{ МПа}. \quad (2.55)$$

Принимаем $P_{к.с}$= 0,7 МПа.

5. Технико-экономические показатели. Принимаем 20 ч работы компрессоров в сутки и 300 рабочих дней в году.

Средняя производительность компрессорной станции в период работы на горизонте

$V_{ср}$= (385+ 312)/2 = 348,5 м^3/мин.

Среднегодовая выработка (м^3) сжатого воздуха

$$V_r = 60V_{ср}\eta_{ч}\eta_{д} \quad (2.56)$$

т.е. $V_r = 60 \cdot 348{,}5 \cdot 20 \cdot 30 = 125{,}46 \cdot 10^6$м.

Работа, затраченная на сжатие 1 м^3 воздуха, по формуле (2.22)

$$L_{к.ад} = z\frac{k}{k-1}p_1V_1\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{zk}} - 1\right] =$$

$$= 2\frac{1{,}4}{1{,}4-1}0{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1\left[\left(\frac{0{,}8}{0{,}1}\right)^{\frac{1{,}4-1}{2\cdot 1{,}4}} - 1\right] = 242130 \text{ Дж}.$$

Потребляемая мощность по формуле (2.33)

$$N_{к} = \frac{L_{к.ад}V_{мин}}{1000 \cdot 60\eta_{i\ ад}\eta_{м}} = \frac{242130 \cdot 100}{1000 \cdot 60 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}9} = 498 \text{ кВт}.$$

Компрессор 4М10-100/8 поставляется комплектно с электродвигателем

СДК 2-17-26-12К мощностью 630 кВт, n = 500 об/мин, напряжением 6000 В.

Годовой расход (кВт ч) электроэнергии

$$W_r = k_{\text{в.н}} \frac{\sum \text{N}_\text{к}}{\eta_\text{д}\eta_\text{с}} \eta_\text{ч}\eta_\text{д}, \qquad (2.57)$$

где κ = 1,02….1,04 — коэффициент расхода электроэнергии на подачу охлаждающей воды и вспомогательные нужды (освещение, питание генераторов возбуждения, вентиляция и т.д.); $\sum N_\text{к}$ — суммарная расчетная мощность двигателей компрессоров, работающих одновременно, кВт; $\eta_\text{д}$ — к.п.д. двигателя; $\eta_\text{с}$ = 0,95 — к.п.д. электрической сети.

В числовом выражении

$$W_r = 1{,}04 \frac{4 \cdot 498}{0{,}9 \cdot 0{,}95} 20 \cdot 300 = 14{,}54 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Расход сжатого воздуха на 1 т угля

$$V_\text{т} = \frac{V_r}{V_r}, \qquad (2.58)$$

$$V_\text{т} = \frac{125{,}46 \cdot 10^6}{1{,}2 \cdot 10^6} = 104{,}6 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Расход электроэнергии на 1 т угля

$$W_\text{т} = \frac{W_r}{A_r}, \qquad (2.59)$$

т. е. $W_\text{т} = \frac{14{,}54 \cdot 10^6}{1{,}2 \cdot 10^6} = 12{,}12 \text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{т}.$

Расход электроэнергии на 1 м^3 воздуха

$$W_{\text{м}^3} = \frac{W_r}{V_r}, \qquad (2.60)$$

т. е. $W_{\text{м}^3} = \frac{14{,}54 \cdot 10^6}{125{,}46 \cdot 10^6} = 0{,}116 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3.$

Задачи

2.80 Определить производительность компрессорной станции в начале и конце работы на горизонте, а также средний расход воздуха на утечки за период работы на горизонте, если в шахте работает следующее оборудование:

три щитовых агрегата АЩМ, три насосные станции СНУ-5П, 16 отбойных молотков МО-6П, буровая установка "Стрела-77", восемь бурильных молотков ПР-27, четыре породопогрузочные машины 1ППН-5П, четыре вентилятора ВМП-5, четыре маневровые лебедки ЛВП-34, четыре лебедки ШВП для доставки материалов в лаву. Общая длина воздухопровода на поверхности, в стволе и квершлагах 1300 м, на штреках в начале работы на горизонте 800 м, в конце — 11000 м.

2.81 По результатам задачи 2.80 определить технико-экономические показатели компрессорной станции. В работе постоянно находится пять компрессоров 4М10-100/8 с параметрами: N_K= 500 кВт, n =20, n = 300, $\eta_Д$ = 0,93, $\eta_с$ = 0,95, $к_{в\,н}$ = 1,03, $A_г$ = 1,5 млн. т.

2.82 Определить производительность компрессорной станции в момент окончания работ на горизонте, а также расход воздуха на утечки. В шахте работает оборудование: четыре щитовых агрегата АЩМ, два комбайна "Поиск-2", шесть насосных станций СНУ-5П, две комбайновые лебедки 1ЛГКН, 12 бурильных молотков ПР-27, шесть породопогрузочных машин 1ППН-5П, шесть вентиляторов ВМП-5, шесть маневровых лебедок ЛВП-13, шесть лебедок ШВП для доставки материалов в лаву. Общая длина воздухопровода на поверхности, в стволе и квершлагах 1500 м, на штреках — 15000 м.

2.83 Рассчитать оптимальный диаметр для участка сети длиной $L_ф$= 2,5км, при расходе воздуха V — 150 м^3/мин.

Принять стандартный диаметр труб при толщине стенки δ=7 мм. Найти скорость воздуха и потери давления, если $p_{ср}$ = 8,5 кг/м^3.

2.84 Определить стандартные диаметры труб и потери давления на участках сети, проложенной на поверхности и по стволу — участок *1—2*

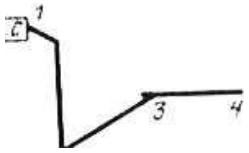


Рис. 2.6. Схема трубопровода к задаче 2.84

(рис. 2.6), в квершлаге *2 - 3 ,* штреке *3 - 4 ,* если расходы воздуха V= 450 м^3/мин; $V_{3\text{-}4}$ = 210 м^3/мин, $V_{3\,-\,4}$ = 125 м^3/мин. Длины участков $L_{ф1\text{-}2}$— 850 м,

$L_{ф2\text{-}3}$= *400м,* $L_{ф3\text{-}4}$ = 2800 м. Средняя плотность воздуха $p_{ср}$ = 8,3 кг/м^3.

2.85 Для условий задачи 2.84 рассчитать необходимое избыточное давление у компрессорной станции, приняв давление у потребителя $p_п$ = 0,5 МПа и потери давления в гибком воздухопроводе комбайновой лавы $\Delta p_ш$ =0,1 МПа.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ШАХТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ

1. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

§1. ПОДЪЕМНЫЕ КАНАТЫ

Примеры расчета

Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для грузолюдской подъемной установки с равновесным уравновешивающим канатом (рис. 3.1).

Расстояние от нижней приемной площадки до оси верхнего направляющего шкива H =450 м (нижняя приемная площадка для клетей — уровень околоствольного двора, для скипов — уровень их загрузки в зумпфе). Клеть двухэтажная 2УКНЗ.З-3 на одну вагонетку АГ-1,0 в этаже. Вместимость вагонетки — 1 м^3, собственная масса — 509 кг. Собственная масса клети 5700 кг. Так как установка грузолюдская, то она может транспортировать и породу, плотностью 2200 кг/м^3 (плотность угля 1200 — 1300 кг/м^3). Следовательно, полезная масса $Q_п$ = 2 • 2200 = 4400 кг, а общая масса, которую воспринимает канат $Q_р$+ $Q_с$= = 4400 +5700 +2*509 = 11118 кг.

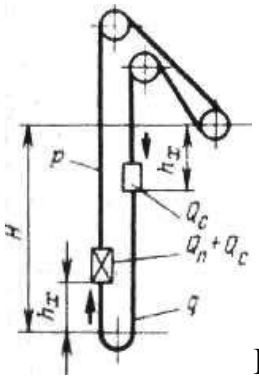


Рис.3.1. К расчету подъемных кранов

Решение. Принимаем канат с временным сопротивлением разрыву $\sigma_в$ = 1568 Н/мм^2.

Так как установка грузолюдская, то запас прочности нового каната по Правилам безопасности (ПБ) $z \geq 7.5$ (для одноканатных грузовых установок $z \geq 6{,}5$, для людских $z \geq 9$, для установок со шкивом трения $z \geq 8$; для многоканатных грузовых $z \geq 7$, людских, грузолюдских установок $z \geq 8$).

Условная плотность каната круглопрядной конструкции $p_о$ =9400 кг/м^3.

Линейная масса каната (кг/м) для установок с равновесным уравновешивающим канатом *(q=p)* и без него *(q*= 0):

$$p = \frac{Q_п + Q_с}{\frac{\sigma}{g z \rho_0} - H_к} \qquad (3.1)$$

Подставив числовые данные в формулу (3.1), получим:

$$p = \frac{4400 + 6718}{\frac{1568 \cdot 10^6}{9{,}81 \cdot 7{,}5 \cdot 9400} - 450} = 6{,}12 \text{ кг/м}.$$

Расчетная масса 1000 м каната *m* =6,12 • 1000 = 6120 кг. Принимаем m_o — 6349 (см. прил. 6), тогда *p* = 6,349 кг/м. Суммарное разрывное усилие всех проволок каната $Q_р$= 1 010 000 Н.

Запас прочности каната

$$z = \frac{Q_р}{g(Q_п + Q_с + pH_к)} \qquad (3.2)$$

т. е. $z = \frac{1010000}{9{,}81(4400 + 6718 + 6{,}349 \cdot 450)} = 7{,}37,$

что недопустимо ПБ. Поэтому по прил. 6 принимаем канат с *p* = 7,397 кг/м и $Q_р$= 1 175 000 Н. Запас прочности этого каната

$$z = \frac{1175000}{9{,}81(4400 + 6718 + 7{,}397 \cdot 450)} = 8{,}29,$$

что по ПБ допустимо.

Окончательно выбираем стандартный подъемный канат с *p* = 7,397 кг/м и Q_p= 1 175 000 Н, диаметр каната d_k=45 мм.

3.2 Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для скиповой

установки с тяжелым уравновешивающим канатом при отношении линейной массы q уравновешивающего каната к массе p подъемного каната $p_к = q/p$= 1,15 /1,25, $H_к$ = 520 м. Используется скип 2СН9,5-1 с $Q_с$= 8460 кг и $Q_п$= 8500 кг; z> 6,5; $\sigma_в$ = 1568 Н/мм^2.

Решение. Линейная масса подъемного каната для установок с тяжелым уравновешивающим канатом

$$p = \frac{Q_п + Q_с}{\frac{\sigma_в}{qz\rho_о} - \mu_к H_к}, \qquad (3.3)$$

т. е. $p = \dfrac{8500 + 8460}{\dfrac{1568 \cdot 10_6}{9{,}81 \cdot 6{,}5 \cdot 9400} - 1{,}25 \cdot 520} = 8{,}63$ кг/м.

Принимаем канат с p — 9,94 кг/м и $Q_р$= 1 575 000 Н (см. прил. 6) и уравновешивающий канат с q= 11,5 кг/м (см. прил. 7), тогда $\mu_к$ = 11,5/9,94 = =1,16.

Запас прочности каната

$$z = \frac{Q_р}{gQ_п + Q_с + qH_к}, \qquad (3.4)$$

т. е. $z = \dfrac{1575000}{9{,}81(8500 + 8460 + 11{,}5 \cdot 520)} = 6{,}99,$

что допустимо ПБ.

Окончательно принимаем стандартный подъемный канат с p ' = 9,94 кг/м и $Q_р$= 1 575 000Н; d= 50,5 мм и уравновешивающий плоский канат с q= 11,5 кг/м шириной b —170 мм и толщиной δ = 27,5 мм.

3.3 Рассчитать и выбрать для скиповой установки без уравновешивающего каната стандартный подъемный канат с двойным запасом прочности, разрешенным ПБ для установок с H>600 м, скип 1СН 11-1 с $Q_с$= 8900 кг, $Q_п$= 9300 кг (при загрузке углем); $H_к$ = 675 м; $\sigma_д$ = 1568 Н/мм^2.

Решение. Разрывное усилие на канат без учета его массы

$$Q_р = zg(Q_п + Q_с) \qquad (3.5)$$

По ПБ для людских установок z> 13, для грузолюдских z≥ 10, для грузовых z≥8,5, для одноканатных со шкивами трения z≥11,5, для много-

канатных грузовых подъемов z>9,5,

$$Q_{\text{р}} = 8{,}5 \cdot 9{,}81(9300 + 8900) = 1517610 \text{ Н}.$$

Ориентировочно принимаем канат с p = 9,94 кг/м, Q= 1 575000 Н (см. прил. 6).

Запас прочности каната с учетом собственной и полезной массы скипа и массы каната длиной 675 м по формуле (3.2)

$$z = \frac{1575000}{9{,}81(9300 + 8900 + 9{,}94 \cdot 675)} = 6{,}45,$$

что допустимо ПБ (так как z должно быть: не ниже 4,5 для грузовых установок и не ниже 5 — для грузолюдских). Проверка по формуле (3.2) без учета массы подъемного каната: z = 8,82.

Окончательно принимаем стандартный канат со следующими параметрами: p = 9,94 кг/м; d_K= 50,5 мм; $Q_{\text{р}}$ = 1575 000 Н..

3.4 Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для многоканатной скиповой подъемной установки, если H_k = 720 м, скип 2СН 15-2 с собственной массой 16700 кг, полезная масса угля 13000 кг, подъемная машина МК 3,25 х 4 (3,25 м — диаметр шкива, 4 — число подъемных канатов), $z \geq 7$; $\sigma_{\text{В}}$= 1764 Н/мм^2.

Решение. Суммарная линейная масса всех подъемных канатов по формуле (3.1)

$$\sum p = \frac{13000 + 16700}{\frac{1764 \cdot 10^6}{9{,}81 \cdot 7 \cdot 9400} - 720} = 14{,}76 \text{ кг/м}.$$

Масса одного подъемного каната

$$p = \sum p / n_{\text{к}} \qquad (3.6)$$

где $n_{\text{к}}$ — число подъемных канатов.

В числовом выражении

p = 14,76/4 = 3,69 кг/м.

Принимаем подъемный канат с p = 4,155 кг/м; $Q_{\text{р}}$= 742500 Н; d_K= 33 мм (см. прил. 6) и два уравновешивающих плоских каната с линейной массой

каждого q= 8,56 кг/м (см. прил. 7).

Запас прочности выбранных канатов с учетом

$$n_{к.у}q > n_к p(2 \times 8{,}56 > 4 \times 4{,}155) \quad (3.7)$$

$$z = \frac{n_к Q_з}{g(Q_п + Q_с + n_{к.у} q H_к)}. \quad (3.8)$$

Если $n_{к.у}q < n_к p$, то

$$z = \frac{n_к Q_р}{g(Q_п + Q_с + n_к p H_к)} =$$

$$= \frac{4 \cdot 742500}{9{,}81(13000 + 16700 + 2 \cdot 8{,}56 \cdot 720)} = 7{,}2,$$

что допустимо ПБ.

3.5 Рассчитать и выбрать для многоканатной скиповой подъемной установки стандартный канат с двойным значением запаса прочности, если H —1100 м. Скип ЗСН 20-2 с собственной массой 17800 кг, полезная масса угля 17500 кг; $\sigma_в$ = 1764 мм^2; подъемная машина МК 4х4 (МК — многоканатная, 4 — диаметр шкива, 4 — число подъемных канатов) ; $n_{к\,у}q < n_к p$*.

Решение. Суммарное разрывное усилие .на четыре ($n_к$ =4) подъемных каната

$$Q_{р.п} = qz(Q_п + Q_с). \quad (3.9)$$

Для многоканатных установок согласно ПБ z = 9,5.

После подстановки данных в формулу (3.9)

$Q_{рп}$= 9,81 - 9,5 (17500 + 17800) = 3 290000 Н.

Разрывное усилие на один подъемный канат

$$Q_п = Q_{пп} / n_К \quad (3.10)$$

т.е. $Q_р$= 3290 000/4 = 822500 Н.

Ориентировочно принимаем канат с p = 4,965 кг/м; $Q_р$= 887000 Н (см. прил. 6).

Запас прочности каната с учетом собственной полезной массы скипа и массы каната длиной $H_к$ =1100 м по формуле (3.8)

$$z = \frac{4 \cdot 887000}{9{,}81(17500 + 17800 + 4 \cdot 4{,}965 \cdot 1100)} = 6{,}33,$$

что допустимо, так как минимальное значение z= 4,5. Проверка по формуле (3.7) без учета массы каната: z= 10,25.

Окончательно принимаем стандартный канат со следующими данными: p = 4,965 кг/м; $d_к$=36,5мм; Q_p=887000 Н.

3.6 Определить допустимую ПБ общую массу, воспринимаемую канатом ($Q_п$+ $Q_с$) на подъемный канат системы с равновесным подвесным канатом грузолюдской установки. Дано: диаметр каната $d_к$ = 42 мм, временное сопротивление разрыву каната $а_в$ = 1568 Н/мм^2, запас прочности каната по ПБ$_z$> 7,5, расстояние от нижней приемной площадки до оси верхнего направляющего шкива $H_к$ = 500 м.

Решение. На основании формулы (3.2) общая масса, воспринимаемая канатом,

$$Q_п + Q_с = \frac{Q_р}{qz} - pH_к. \qquad (3.11)$$

По значениям d_K и $о_в$ находим, что линейная масса каната p = 6,349 кг/м, разрывное усилие на канат $Q_р$= 1 010000 Н (см. прил. 6).

$$Q_п + Q_с = \frac{1010000}{9{,}81 \cdot 7{,}5} - 6{,}349 \cdot 500 = 10553 \text{ кг}.$$

3.7 Определить допустимое значение $Q_п$+ $C_с$ для каната рассчитанного с двойным запасом прочности. Установка грузолюдская с уравновешивающим канатом. Замером на действующей установке на шахте установлено, что диаметр подъемного каната $d_к$= 45 мм, уравновешивающий канат — плоский шириной b= 145 мм и толщиной δ = 23,5 мм. Временное сопротивление разрыву проволок подъемного и уравновешивающего канатов $\sigma_в$ = 1568 Н/мм^2; расстояние от нижней приемной площадки до оси верхнего направляющего шкива $H_к$ = 700 м.

Решение. По прил. 6, 7 и нашим данным выбираем подъемный канат с

d_K= 45 мм, p = 7,397 кг/м, разрывным усилием $Q_р$= 1 175 000 Н и уравновешивающий канат, ширина и толщина которого соответственно 145 мм и 23,5 мм, q= 8,56 кг/м.

Установка должна быть с тяжелым уравновешивающим канатом, так как $q>p$,$\mu_к = q/p$=8,56/7,397 = 1,15.

По запасу прочности каната z = 10 и на основании формулы (3.5)

$Q_n + Q_c$= 1 175 000/(9,81-10) = 11980кг.

По второму значению z= 5 и на основании формулы (3.4)

$$Q_п + Q_с = Q_р/gz - pH_к = 1175000/9{,}81 \cdot 5 -$$

$$-8{,}56 \cdot 700 = 17963 \text{ кг.}$$

По данным п. 2 и 3 принимаем значение $Q_п$+ Q_c= 11980 кг.

3.8 Определить предельную длину каната $H_к$ от нижней приемной площадки до верхнего направляющего шкива, если $Q_п$+ Q_C = 11118 кг, установка грузолюдская без уравновешивающего каната, диаметр подъемного каната d_k= 45 мм, временное сопротивление разрыву проволок каната σ_B = 1568 Н/мм^2.

Решение. По таблицам стандартных канатов (см. прил. 6) устанавливаем, что при d_K= 45 мм и $q_в$ = 1568 Н/мм^2 линейная масса 1 м каната p = 7,397 кг/м, разрывное усилие всех проволок каната Q = 1 175000 Н.

На основании формулы (3.2)

$$H_к = \frac{Q_з}{gzp} - \frac{Q_п + Q_с}{p}, \qquad (3.12)$$

т. е. $H_к = \dfrac{1175000}{9{,}81 \cdot 7{,}5 \cdot 7{,}397} - \dfrac{11118}{7{,}397} = 656$ м.

§2. ОРГАНЫ НАВИВКИ ПОДЪЕМНЫХ КАНАТОВ

Цилиндрические барабаны (рис. 3.2)

Примеры расчета

3.9 Определить размеры одного цилиндрического барабана и выбрать двухбарабанную подъемную машину из числа изготавливаемых на заводах (см. прил. 8) по следующим данным: система без уравновешивающего каната (*q*= 0), расстояние между нижней и верхней приемными площадками, т.е. высота подъема *H* =430 м (при клетевом подъеме нижняя приемная площадка — место загрузки клети на уровне почвы околоствольного двора, при скиповом — место загрузки скипа в зумпфе ствола; верхняя приемная площадка — место разгрузки подъемных сосудов на поверхности шахты), расстояние от нижней приемной площадки до верхнего направляющего шкива $H_к$ = 450 м, диаметр подъемного каната $d_К$= 45 мм, линейная масса каната *p* — 7,397 кг/м, собственная масса клети и вагонеток $Q_С$=6718 кг, полезная масса породы в двух вагонетках $Q_п$= 4400 кг.

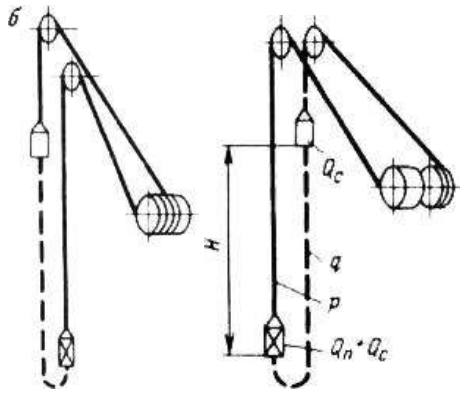


Рис. 3.2. Установки с двумя (*а*)и одним *(б)* цилиндрическими барабанами

Решение. Диаметр (мм) барабана

$$D_б \geq 79d_к, \qquad (3.13)$$

т. е. $D_б = 79 \cdot 45 = 3559$ мм.

Принимаем, что из числа изготавливаемых Ново-Краматорским машиностроительным заводом (НКМЗ) им. В.И.Ленина барабанов (см. прил. 8) $D_б$= 4 м. Таким же принимается и диаметр направляющего шкива Dн.ш.

Ширина одного цилиндрического барабана двухбарабанной подъемной машины, занятая подъемным канатом,

$$B_к = \left(\frac{H + l_и}{\pi D_б} + n_{в.т}\right)(d_к + b_з). \qquad (3.14)$$

Длину каната для испытания принимаем $l_и$= 30 м, число витков трения

(для ослабления натяжения каната в месте его закрепления к барабану) при футерованных барабанах по ПБ $n_{вт}$=3, при нефутерованных $n_{в\ т}$ = 5, зазор между витками каната b_3 = *2- 3* мм.

По нашим данным ширина барабана

$$B_к = \left(\frac{430 + 30}{3{,}14 \cdot 4} + 5\right)(45 + 3) = 2016 \text{ мм.}$$

Принимаем ширину барабана *B* = 2,3 м (см. прил. 8).

Проверяем барабан на статические нагрузки. Максимальное статическое натяжение каната

$$T_{ст\,max} = (Q_п + Q_с + pH_к)g, \qquad (3.15)$$

т. е. $T_{ст\,max} = (4400 + 6718 + 7{,}397 \cdot 450)9.81 = 141720$ Н.

Максимальная разность статических натяжений канатов

$$F_{ст\,max} = [Q_п + (p - q)]g, \qquad (3.16)$$

т. е. $F_{ст\,max} = (4400 + 7{,}397 \cdot 430)9{,}81 = 74370$ Н.

Полученные значения $T_{ст\ max}$ и $F_{ст\ max}$ не превышают значений, приведенных в прил. 8.

Выбираем подъемную машину НКМЗ 2Ц-4х2,3 (2Ц — два цилиндрических барабана, 4 и 2,3 — соответственно диаметр и ширина барабана, м).

3.10 Определить размеры цилиндрического разрезного барабана (рис. 3.3) и выбрать однобарабанную подъемную машину из числа изготавливаемых на заводах (см. прил. 9) по следующим данным: *H* =475 м; $d_к$ = 50,5 мм; *p* — 9,94 кг/м; *q* = 0; H_k = 500 м; $Q_с$=9300 кг; Q_n= 8900 кг.

Решение. Диаметр барабана по формуле (3.13)

$D_б$ = 79 * 50,5 = 3990 мм.

Рис. 3.3. К расчету цилиндрического разрезного барабана (к примеру 3.10)

Принимаем диаметр из числа изготавливаемых заводами барабанов (см. прил. 9) *D*= 5 м (диаметр направляющего шкива *D*нш = 4м).

Ширина (мм) одного разрезного цилиндрического барабана, занятая канатом однобарабанной подъемной машины

$$B_{\text{к}} = \left(\frac{H + 2l_{\text{и}}}{\pi D_{\text{б}}} + 2n_{\text{в.т}} + n_{\text{в.з}}\right)(d_{\text{к}} + b_{\text{з}}). \qquad (3.17)$$

Зазор между свивающейся и навивающейся ветвями каната принимаем $n_{вз} = 2$, тогда

$$B_{\text{к}} = \left(\frac{475 - 2 \cdot 30}{3{,}14 \cdot 5} + 2 \cdot 5 + 2\right)(50{,}5 + 3) = 2515 \text{ мм}.$$

На заклиненной левой части барабана канат займет ее ширину, определяемую по формуле (3.14),

$$B_{\text{к}} = \left(\frac{475 - 30}{3{,}14 \cdot 5} + 5\right)(50{,}5 + 3) = 1988 \text{ мм}$$

Принимаем ширину барабана $B = 3$ м (см. прил. 9). Ширина заклиненной части барабана от реборды до разреза барабана $B_З = 2{,}4$ м, т.е. $B_{\text{з}} > B_{\text{к з}}$, что и необходимо.

Проверяем барабан на статические нагрузки. Максимальное статическое натяжение каната по формуле (3.15)

$$T_{\text{ст } max} = (8900 + 9300 + 9{,}94 \cdot 500)9{,}81 = 227300 \text{ Н}.$$

Максимальная разность статических натяжений канатов по формуле (3.16)

$$F_{\text{ст } max} = (8900 + 9{,}94 \cdot 475)9{,}81 = 133630 \text{ Н}.$$

Полученные значения $T_{\text{стmgx}}$ и $F_{\text{стmgx}}$ не превышают значений, приведенных в прил. 9.

Выбираем подъемную машину НКМЗ ЦР-5х3/0,6 (ЦР - цилиндрический разрезной барабан, 5 и 3 диаметр и ширина барабана, м, 0,6 — ширина $B_п$ переставной части барабана).

3.11 Определить, какую рабочую часть H подъемного каната можно расположить на двух цилиндрических барабанах машины 2Ц-5х2,4, если: $D_{\text{б}} = 5$ м, $B = 2{,}4$ м; $d_к = 50{,}5$ мм, $b_з = 3$ мм.

Решение. На основании формулы (3.14)

$$H = \frac{B}{d_{\text{к}} - b_{\text{з}}}\pi D_{\text{б}} - l_{\text{и}} - \pi D_{\text{б}} n_{\text{в.т}},$$

или

$$H = \pi D_б(n_в - n_{в.т}) - l_и.$$

Число витков каната на поверхности барабана

Подставляя значения, получим:

H = 3,14 *5(44,86-5) - 30 = 595 м.

3.12 Рассчитать, какую рабочую часть *H* подъемного каната можно расположить на одном разрезном цилиндрическом барабане машины ЦР-6х3/0,6, если:$D_б$ = 6 м; ширина заклиненной части барабана $b_З$ = 3 — 0,6 = 2,4 м; $d_К$= 50,5 мм; $b_з$ = 3 мм.

Решение. Для вычисления длины каната (м), располагаемого от реборды заклиненной части барабана до его разреза, т.е. на ширине этой части барабана, ($B_З$ = 3 — 0,6 = 2,4 м) используем формулу для одной ветви каната

$$B_з = \left(\frac{H + l}{\pi D_б} + n_{в.т} + n_{в.з}\right)(d_к + b_з), \qquad (3.18)$$

откуда

$$H = \frac{B_з}{d_к + b_з}\pi D_б - l_и - \pi D_б(n_{в.т}+n_{в.з}). \qquad (3.19)$$

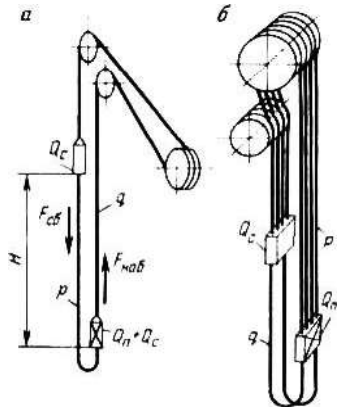
Так как *nв=B3/(dk+b3)* – число витков каната на барабане, то $H = \pi D_б(n_В - n_{ВТ} - n_{ВЗ}) - l_и$

$$H = \pi D_б(n_в - n_{в.т} - n_{в.з}) - l_и.$$

Вычислить

$$n_в = \frac{2400}{50,5 + 3} = 44,86,$$

Получим *H* = 3,14 -6 (44,86 - 5 - 2) - 30 = 683 м.



Ведущие шкивы трения для одноканатных и многоканатных установок (рис. 3.4)

Рис. 3.4. Установки со шкивом трения:

а — одноканатная; *б* — многоканатнан

Примеры расчета

3.13 Определить удельное давление на футеровку ведущего шкива трения одноканатной подъемной установки машины ШТ-7,2, если H = 750 м, Q_c= 6718 кг, $Q_п$= 4400 кг, d_K =-45 мм, p = 7,397 кг/м, q = 7,69 кг/м.

Решение. Отношение диаметра шкива трения к диаметру каната $О_{шт}/д_к$ =7200/45 = 160.

Обычно принимают Dшт/d_K ≥120.

Удельное давление на футеровку шкива

$$p_{ш.т} = \frac{F_{наб} + F_{сб}}{D_{ш.т} d_к}, \qquad (3.20)$$

Где $F_{наб}$ и $F_{сб}$ — натяжение соответственно набегающей на шкив и сбегающей со шкива ветви каната.

При наших данных

$$p_{ш.т} = \frac{Q_п + 2Q_с + pH + qH}{D_{ш.т} d_к} g, \qquad (3.21)$$

т. е. $p_{ш.т} = \frac{4400 + 2 \cdot 6718 + 7{,}397 \cdot 750 + 7{,}69 \cdot 750}{4{,}5 \cdot 720} 9{,}81 =$

=88,26 Н/см^2.

При футеровке шкива из прорезиненных шашек допускается $p_{шт}$,= 140-160 Н/см^2 при пластмассовой футеровке – 160-200 Н/см^2

3.14. Рассчитать диаметр ведущего шкива трения многоканальной установки с четырьмя подъемными канатами и двумя уравновешивающими плоскими канатами и выбрать подъемную машину, если р = 3,768 кг/м; H =870 м; $Н_к$ = 900 м; $Q_с$ = 14400 кг; $Q_п$= 13600 кг; d_k=32 мм; q= 7,69 кг/м.

Решение. Диаметр четырех желобчатого шкива трения

$D_{мш}$ = 95$d_к$ = 95 • 32 = 3040 мм.

Ориентируемся на подъемную машину МК 3,25 х 4 с $О_{мш}$ = 3,25 м.

Отношение $О_{мш}$ /$d_к$ при угле охвата канатом шкива 180°С должно быть не менее 79, при большем угле — 95, при канатах закрытой конструкции — 100.

Удельное давление на футеровку шкива

$$p_{ш.т} = \frac{Q_п + 2Q_с + n_к p H_к + n_{к.у} q H_к}{n_ж D_{ш.т} d_к} g,$$

где $n_ж$ — число желобков на шкиве трения.

Подставив данные из условия в формулу, получим

$$p_{ш.т} = \frac{13600 + 2 \cdot 14400 + 4 \cdot 3{,}768 \cdot 900 + 2 \cdot 7{,}69 \cdot}{4 \cdot 325 \cdot 3{,}2} 9{,}81 =$$

$$= 164{,}6 \text{ Н/см}^2,$$

что допустимо.

Максимальное статическое натяжение каната по формуле (3.15)

$$T_{ст\,max} = (13600 + 14400 + 4 \cdot 3{,}768 \cdot 900)9{,}81 = 407751 \text{ Н}.$$

Максимальная разность статических натяжений по формуле (3.16)

$$F_{стmax} = 13600 + (4 \cdot 3{,}768 - 2 \cdot 7{,}69)870 \cdot 9{,}81 = 130800 \text{ Н}.$$

что допустимо для машины МК 3,25 х 4, так как по ее данным (см. прил. 10) $Т_{стmax}$= 500000 Н, $F_{СТmax}$=150000 Н

Окончательно выбираем многоканатную машину МК 3,25 х 4. Бицилиндроконические барабаны.

Примеры расчета

3.15 Выбрать подъемную машину с бицилиндроконическим барабаном (рис. 3.5), если: H = 900 м; $H_к$ = 920 м; $Q_с$ = 8460 кг; $Q_п$= 8500 кг; р = 8,496 кг/м; d_K=48,5 мм.

Решение. Диаметр малого цилиндра

Dмц = 79d_k = 79 • 48,5 = 3832 мм.

м. ц к

Предварительно ориентируемся на подъемную машину типа БЦК-8/5 х

2,7 (БЦК — бицилиндроконический; 8 и 5 — диаметр большого и малого большого цилиндра, м). Ширина малого цилиндра 0,87 м; ширина конической части 1,0 м; горизонтальная проекция между центрами витков каната на конусе b_k = 120 - 140 мм; зазор $b_з$ между витками каната на малом цилиндре 3-5 мм; то же, на большом цилиндре — 2-3 мм; $l_и$ = 30 м.

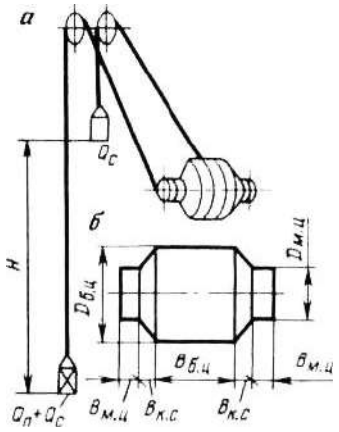


Рис. 3.5. Установка с бицилиндроконическим барабаном (а) и бицилиндроконический барабан (6)

Число витков каната на малом цилиндре

$$n_{м.ц} = B_{м.ц}/(d_к - b_з) = 870/(48{,}5 + 5) = 16{,}26,$$

из них: трения $n_{вт}$ = 5, рабочей части каната $n_{мц}$ = 5, на испытание каната $n_и = I_и/\pi D_{МЦ}$ = 30/3,14 *5 ≈ 2. Крепление каната к малому цилиндру производится на расстоянии четырех витков от реборды.

Длина рабочей части каната на малом цилиндре

$$h_{м.ц} = \pi D_{м.ц} n_{м.ц} = 3{,}14 \cdot 5 \cdot 5 = 78{,}5 \text{ м}.$$

Длина каната на конической части барабана

$$h_к = \frac{B_к}{b_к}\pi\frac{D_{м.ц} + D_{б.ц}}{2} = \frac{1000}{140}\cdot 3{,}14\frac{5+8}{2} = 145{,}8 \text{ м}.$$

Длина каната на большом цилиндре и число витков каната на нем:

$$h_{б.ц} = H - h_{м.ц} - h_к = 900 - 78{,}5 - 145{,}8 = 675{,}7 \text{ м};$$

$$n_{б.ц} = \frac{h_{б.ц}}{\pi D_{б.ц}} = \frac{675{,}7}{3{,}14 \cdot 8} = 26{,}9$$

Ширина большого цилиндра, занятая канатом,

$$B_{б.ц} = n_{б.ц}(d_к + b_з) = 26{,}9(48{,}5 + 3) = 1385 \text{ мм}.$$

Сопоставляя данные барабана и данные расчета, видим, что подъемная машина БЦК-8/5 х 2,7 по геометрическим показателям для заданных условий подходит.

Затем по формулам (3.15) и (3.16) находим максимальное статическое натяжение и разность статических натяжений канатов:

T_{cmmax} = (8500 + 8460 + 8,496 * 920)9,81 = 243056 Н;

$F_{\text{ст max}}$ = (8500 + 8,496 *900)9,81 = 158400 Н.

По данным машины Тст $_{max}$ = 630000 Н, F_{cmmax} = 480000 Н, т.е. больше полученных в расчете, что и необходимо.

По результатам расчета выбираем машину БЦК-8/5 х 2,7.

3.16 Определить, какой длины канат можно расположить на бицилиндроконическом барабане машины БЦК-9/5 х 2,5, если $d_к$ = 63 мм. *Решение.* Число витков и длина каната на малом цилиндре

$$n_{\text{м.ц}} = B_{\text{м.ц}}/(d_{\text{к}} + b_{\text{з}}) = 840/(63 + 3) = 12{,}73.$$

Принимаем $n_{\text{вт}}$ = 5; $n_{мц}$ = 7,73.

Длина каната на малом цилиндре

$$h_{\text{м.ц}} = \pi D_{\text{м.ц}} n_{\text{м.ц}} - l_{\text{и}} = 3{,}14 \cdot 5 \cdot 7{,}73 - 30 = 91{,}4 \text{ м}.$$

Длина каната на конической части барабана

$$h_{\text{к}} = \frac{B_{\text{к}}}{b_{\text{к}}} \pi \frac{D_{\text{м.ц}} + D_{\text{б.ц}}}{2} = \frac{1000}{140} 3{,}14 \frac{5 + 9}{2} = 157 \text{ м}.$$

Длина каната на большом цилиндре

$$h_{\text{б.ц}} = \frac{B_{\text{б.ц}}}{d_{\text{к}} + b_{\text{з}}} \pi D_{\text{б.ц}} = \frac{2500}{63 + 3} 3{,}14 \cdot 9 = 1070{,}5 \text{ м}.$$

Длина каната на бицилиндроконическом барабане

$$H = h_{\text{м.ц}} + h_{\text{к}} + h_{\text{б.ц}} = 91{,}4 + 157 + 1070{,}5 = 1319 \text{ м}.$$

§3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК ОТНОСИТЕЛЬНО СТВОЛА ШАХТЫ

Примеры расчета

3.17 Расположить подъемную установку относительно ствола шахты при размещении направляющих шкивов на одной геометрической горизонтальной оси[3], если известно, что машина 2Ц-5 х 2,4; ширина барабана, занятая канатом, $B_к$ =2200 м; расстояние между внутренними ребордами барабана B = 50 мм, а между направляющими шкивами B_0 = 2050 мм; диаметр направляющего шкива $D_{нш}$ = 4 м, диаметр каната $d_к$ = 48,5 мм; расстояние от уровня земли до верхней приемной площадки $h_в$ = 25 м, от кромки бункера до верхнего зажима каната, когда скип находится в положении разгрузки, h_c=9,2 м; высота переподъема $h_п$>3м (при клетях h≥6м).

Решение. Высота (м) копра

$$h_к = h_в + h_с + h_п + 0{,}75R_{н.ш}, \quad (3.22)$$

т. е. $h_к = 25 + 9{,}2 + 3 + 0{,}75 \cdot 2 = 38{,}7$ м.

Принимаем $h_к$ = 40 м, тогда $h_п$= 4,3 м.

Расстояние (м) между осями ствола и барабана при принятом угле наклона струны к ее проекции на горизонтальную плоскость β = 48° (допускается 30≤β≤50°) и расстоянии от уровня земли до центра вала подъемной машины c = 1 м

$$I = (h_к - c)\cot\beta + R_{н.ш}, \quad (3.23)$$

т.е. I = (40 — 1) 0,905 + 2 = 37,3 м. Принимаем l = 38 м.

Длина (м) струны каната

$$L_с + \sqrt{(h_к - c)^2 + (I - R_{н.ш})^2}, \quad (3.24)$$

т. е. $L_с = \sqrt{(40-1)^2 + (38-2)^2} = 53$ м.

Углы отклонения каната:

внешний_

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{2B + B_р - B_о - 2n_{в.т}(d_к + b_з)}{2L_с}, \quad (3.25)$$

Внутренний

[3] Такое размещение принимается обычно при двух барабанах, при одном барабане шкивы располагаются в одной вертикальной плоскости.

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{B_{\text{о}} - B_{\text{р}} - 2(B + B_{\text{к}})}{2L_{\text{с}}}. \qquad (3.26)$$

Подставляя значения, получим

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{2 \cdot 2400 + 50 - 2050 - 2 \cdot 5(48{,}5 + 3)}{2 \cdot 53000} = 0{,}0252,$$

$\alpha_1 = 1^0 18'$ ПБ допускается $\alpha \leq 1^0 30'$ ($\operatorname{tg} 1^0 30' = 0.262$)

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{2050 - 50 - 2(2400 - 2200)}{2 \cdot 53000} = 0{,}0151,$$

Т.е. как α_1, так и α_2 меньше $1^0 30'$

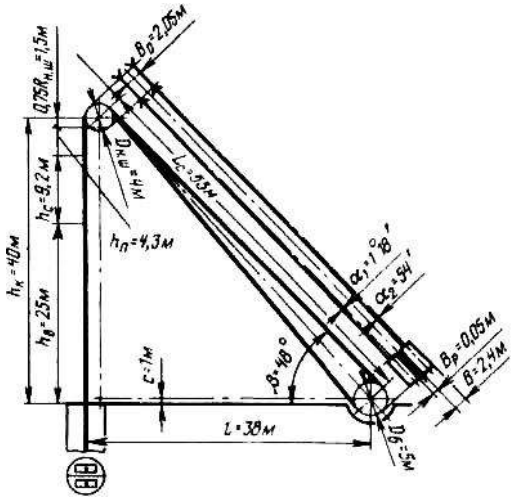


Рис. 3.6. Схема расположения подъемной установки относительно ствола шахты (к примеру 3.17)

На рис. 3.6 показана схема расположения подъемной установки относительно ствола шахты, построенная по данным этого расчета.

3.18 Расположить подъемную установку относительно ствола шахты при размещении направляющих шкивов в одной вертикальной плоскости, если машина ЦР-5 х 3/0,6; $B_к$ =2 м; $D_{нш}$ = 4 м; d_K= 48,5 мм;

$h_в$=25м; $h_с$ = 9,2 м; $h_п$= 3 м. в

Решение. Высота копра

$$h_{\text{к}} = h_{\text{в}} + h_{\text{с}} + h_{\text{п}} + 0{,}75R_{\text{н.ш}} + D_{\text{н.ш}} + 1, \qquad (3.27)$$

т. е. $h_{\text{к}} = 25 + 9{,}2 + 3 + 0{,}75 \cdot 2 + 4 + 1 = 43{,}7$ м.

Принимаем высоту копра $h_к$=45м и $h_п$ = 4,3 м.

Расстояние между осями ствола и барабана при принятом угле β = 50°; с = 1 по формуле (3.23)

$$I = (45 - 1)\operatorname{ctg}50 + 2 = 41 \text{ м}.$$

Длина длинной струны по формуле (3.24)

$$L_{\text{с}}^{'} = \sqrt{(45-1)^2 + (41-2)^2} = 59 \text{ м}.$$

Длина (м) короткой струны

$$L_{\text{с}}^{''} = \sqrt{(h_{\text{к}} - D_{\text{н.ш}} - 1)^2 + (I - R_{\text{н.ш}})^2}, \qquad (3.28)$$

т. е. $L_{\text{с}}^{''} = \sqrt{(45-4-1)^2 + (41+2)^2} = 56$ м.

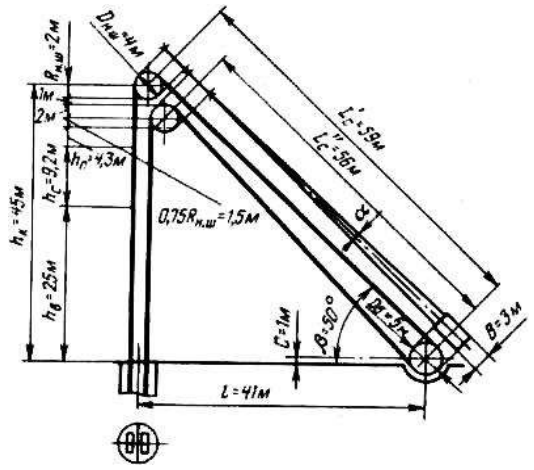


Рис. 3.7. Схема расположения подъемной установки относительно ствола шахты (к примеру 3.18)

Рис. 3.8. Схема к определению высоты копра (к примеру 3.19)

Рассчитаем угол отклонения короткой струны каната при подходе его в направлении реборды барабана.

Так как B =3 м, а ширина барабана, занятая одной ветвью каната на заклиненной части барабана, $B_{зб}$= 2 м, то для оптимального значения α закрепление каната производят, отступив от реборд на расстояние $b_p = B - B_n - B_{зб}$ = 3 - 0,6 - 2 = 0,4 м.

Угол отклонения короткой струны каната при подходе его к реборде

$$\text{tg}\alpha = \frac{B - 2n_{\text{в.т}}(d_{\text{к}} + b_{\text{з}}) - 2b_{\text{р}}}{2L_{\text{с}}^{''}}, \qquad (3.29)$$

т. е. $\text{tg}\alpha = \frac{3000 - 2 \cdot 5(48{,}5+3) - 2 \cdot 400}{2 \cdot 56000} = 0{,}015.$

Получаем $\alpha = 0°54'$ что допустимо.

Аналогично угол отклонения каната по длинной струне со струны переставной части барабана α = 0°49'.

На переставную часть барабана будет навиваться канат длиной

$$I_{\text{п.ч}} = \frac{B_{\text{р}} - b_{\text{р}}}{d_{\text{к}} + b_{\text{з}}} \pi D_{\text{б}} = \frac{600 - 400}{48{,}5 + 3} 3{,}14 \cdot 5 = 61 \text{ м}.$$

На рис. 3.7 показана схема расположения подъемной установки относительно ствола шахты, построенная по данным этого расчета.

3.19 Определить высоту копра для многоканатной подъемной установки с машиной МК 5 х 4 . Известно, что при скипах высота от уровня земли до кромки бункера и при клетях — до уровня верхней приемной площадки $h_{\text{В}}$= 25 - 30 м; высота переподъема $h_{п}$=3 м; длина рабочего и резервного хода амортизаторов (устройств для остановки сосудов после отключения подъемной машины при переподъеме) $h_{а}$= 6 - 10 м; высота, необходимая для размещения креплений амортизационных канатов и амортизационных устройств после их остановки при переподъеме, $h_{р}$ = 6-10 м; высота противометанного канала $h_{\text{пк}}$ = 1 - 2 м, машинного зала $h_{м}$= 5 - 10 м; расстояние от пола машинного зада до оси шкива трения 0,75 $R_{мт}$

Решение. Высота копра (рис. 3.8)

$$h_{\text{к}} = h_{\text{в}} + h_{\text{с}} + h_{\text{п}} + h_{\text{а}} + h_{\text{р}} + h_{\text{п.к}} + h_{\text{м}} + 0{,}75R_{\text{ш.т}}, \qquad (3.30)$$

т. е. $h_{\text{к}} = 30 + 10{,}2 + 3 + 10 + 18 + 2 + 8 + 0{,}75 \cdot 5 = 74{,}95$ м.

Принимаем $h_{к}$= 75 м, тогда $h_{\text{п}}$= 3,05 м.

На рис. 3.8 показана схема расположения подъемной установки относительно ствола шахты, построенная по данным этого расчета.

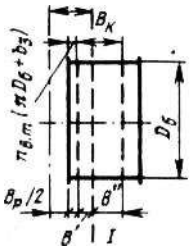
3.20. Вычислить длину струны $L_{с}$ каната исходя из условия допустимого угла ее отклонения α = 1°30' (tgα = 0,0262) на барабане машины 2Ц-5 х 2,4, если направляющие шкивы расположены на одной горизонтальной геометрической оси, а витки трения — у внутренней реборды барабана. Кроме того дано: $B_{к}$ =1800 мм; $B_{\text{р}}$= 60 мм; B_0 = 2050 мм; $d_{К}$= 43 мм.

Решение. Ширина (мм) барабана, занимаемая канатом без витков трения $n_{вт}$, от внутренней реборды дс вертикальной плоскости *l—l,* проходящей через направляющий шкив (рис. 3.9),

$$B' = \frac{B_0}{2} - \frac{B_{\text{р}}}{2} - n_{\text{в.т}}(d_{\text{к}} + b_{\text{з}}) = \frac{2050}{2} - \frac{60}{2} - 5(43 + 3) = 765 \text{ мм}.$$

Ширина барабана, занимаемая канатом от плоскости l— l к внешней реборде барабана.

$$B^{"} = B_{к} - B^{'} = 1800 - 765 = 1035 \text{ мм}.$$



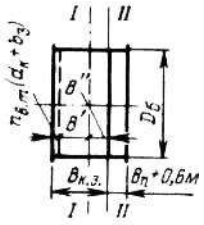


Рис. 3.9. К расчету длины струны каната Рис. 3.10. К расчету длины струны каната (к примеру 3.20) (к примеру 3.21)

Длина струны

$$L_{с} = B^{"}/\text{tg}\alpha = 1035/0{,}0262 = 39503 \text{ мм}, \text{или } 39{,}5 \text{ м}.$$

3.21. Определить длину короткой струны $L''_{с}$ каната для машины ЦР-6 х 3/0,6, если α = 1°30'; $d_К$ = 45 мм. Ширина барабана, занятая на ее заклиненной части канатом, $B_{к\,з}$ = 2,3 м. Направляющие шкивы расположены в одной вертикальной плоскости.

Решение. Ширина (мм) части барабана, занимаемая рабочей частью каната на левой заклиненной части барабана от витков трения до плоскости l — l, проходящей через направляющий шкив (рис. 3.10)

$$B^{"} = B - B^{'} = 2300 - 910 = 1390 \text{ м}.$$

То же, на правой части барабана от плоскости I— I к разрезу барабана *II — II*

$B'' = B\text{-}B' = 2300\text{-}910 = 1390$ мм.

Длина короткой струны

$$L^{"} = B^{"}/\text{tg}\alpha = 1390/0{,}0262 = 53053 \text{ мм}, 53{,}05 \text{ м}.$$

Задачи

3.1. Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для грузолюдской подъемной установки без уравновешивающего каната, если H_{k}= 580 м. Клеть 2УКН 3,3-3 двухэтажная на две вагонетки ВГ-1,4 в этаже. Собст-

венная масса клети 5700 кг, одной вагонетки — 674 кг; полезная масса одной вагонетки по углю 1820 кг (порода этим подъемом не транспортируется); *z* ≥*7.5;* $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2.

3.2. Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для грузолюдской подъемной установки с равновесным уравновешивающим канатом, если $H_к$ = 600 м. Клеть 1УКН 3,6-3 одноэтажная на одну вагонетку ВГ-2,5, собственная масса клети 3480 кг, одной вагонетки 1140 кг, полезная масса при транспорте породы 5500 кг; *z*≥7,5; $\sigma_в$ =1568 Н/мм^2.

3.3. Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для скиповой установки без уравновешивающего каната, если H_k — 520 м; скип 1СН 20-1 с собственной массой 11900 кг, полезной массой угля 17500 кг; *z*= 6,5; $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2.

3.4. Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для скиповой установки без уравновешивающего каната, если $H_к$ = 580 м; скип 2СН 9,5-1 с собственной 8460 кг и полезной (по породе) 13600 кг массой; *z*= 6,5; $\sigma_в$ =1568 Н/мм^2.

3.5. Рассчитать и выбрать стандартный подъемный канат для скиповой установки без уравновешивающего каната, если $H_к$ = 550 м; скип 2СН 15-2 с собственной массой 13000 кг, полезная масса угля 16700 кг; *z*≥6,5; $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2.

3.6. Рассчитать и выбрать стандартныйподъемный канат для скиповой установки без уравновешивающего каната, если $H_к$ = 530 м; скип 2СН 7-1 с собственной массой 7540 кг, полезная масса по породе 9000 кг; z ≥6,5; $\sigma_В$ = 1568 Н/мм^2.

3.7. Рассчитать и выбрать стандартныйподъемный канат для скиповой установки без уравновешивающего каната, если $H_к$ = 560 м; скип 5СН 11-1 с собственной массой 8620 кг, полезная масса угля 9300 кг; z ≥6,5; $\sigma_в$ = 1568 Н/мм^2.

3.8. Рассчитать и выбрать для грузолюдской установки без уравновешивающего каната стандартный подъемный канат с двойным запасом проч-

ности, если $H_к$ = 680 м; клеть 2УКН 3,6-2 с собственной массой 6930 кг, две вагонетки ВГ-2,5 с собственной массой 1140 кг, полезная масса породы в двух вагонетках 11000 кг; $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2.

3.9. Рассчитать и выбрать для скиповой установки с равновесным уравновешивающим канатом стандартный подъемный канат с двойным запасом прочности, если $H_к$ = 780 м. Скип 2СН 9,5-1 с собственной массой 8460 кг и полезной массой угля 8500 кг; $\sigma_в$= 1764 Н/мм^2.

3.10. Рассчитать и выбрать для скиповой установки без уравновешивающего каната стандартный подъемный канат с двойным запасом прочности, если $H_к$ = 675 м. Скип 1СН 11-1 с собственной массой 8900 кг и полезной массой угля 9300 кг; $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2.

3.11. Рассчитать и выбрать для скиповой установки без уравновешивающего каната стандартный подъемный канат с двойным запасом прочности, если $H_к$ = 730 м. Скип 2СН 7-1 с собственной массой 7540 кг и полезной массой по породе 9000 кг; $\sigma_в$=1764 Н/мм^2.

3.12. Рассчитать и выбрать для многоканатной скиповой подъемной установки стандартный подъемный канат с двойным запасом прочности, если $H_к$ = 980 м. Скип 1СН 20-2 с собственной массой 16600 кг, полезная масса угля 17500 кг, $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2. Подъемная машина МК 3,25 х 4.

3.13. Рассчитать и выбрать для многоканатной скиповой подъемной установки стандартный подъемный канат с двойным запасом прочности, если $H_к$ = 1000 м. Скип 2СН 35-2 с собственной массой 25700 кг, полезная масса угля 30000 кг, $\sigma_д$ = 1666 Н/мм^2. Подъемная машина МК5х4.

3.14. Рассчитать и выбрать для многоканатной скиповой установки стандартный подъемный канат с двойным запасом прочности, если $H_к$ = 920 м. Скип 1СН 11-2 с собственной массой 13900 кг, полезная масса по породе 15000 кг; $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2; подъемная машина МК 4х4.

3.15. Рассчитать и выбрать для многоканатной скиповой установки стандартный подъемный канат с двойным значением запаса прочности, если $H_к$ = 890 м. Скип 3СН 9,5-2 с собственной массой 14400 кг, полезная масса по

породе 13600 кг; $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2; подъемная машина МК 3,25х4.

3.16. Определить допустимую ПБ общую массу, воспринимаемую канатом ($Q_п$ + Q_c)для системы с равновесным подвесным канатом грузовой установки, если: $d_К$= 45 мм; $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2; запас прочности z= 6,5; H_k = 550 м.

3.17. Определить допустимое ПБ значение $Q_п$ + Q_c для системы без подвесного каната грузолюдской установки, если $d_к$ = 38,5 мм; $\sigma_в$= 1568 Н/мм^2; $H_к$ = 575 м.

3.18. Определить допустимое ПБ значение $Q_п$ + Q_c для системы с равновесным подвесным канатом людской установки, если: $d_к$=32 мм; $\sigma_в$ = 1568 Н/мм^2 ; $H_к$ = 485 м.

3.19. Определить допустимое ПБ значение $Q_п$+ Q_c для каната с двойным запасом прочности. Установка грузовая с уравновешивающим канатом. Замером на действующей установке на шахте установлено, что диаметр подъемного каната d_k= 42 мм, уравновешивающий канат плоский шириной 124 мм и толщиной 20 мм. Временное сопротивление разрыву проволок как подъемного, так и уравновешивающего каната $\sigma_в$ = 1764 Н/мм^2 ; $H_к$ = 750 м.

3.20. Определить $Q_п$ + $Q_{с'}$, допустимую ПБ, на подъемный канат, рассчитанный с двойным запасом прочности. Установка людская с уравновешивающим канатом. Замером на действующей установке на шахте установлено, что диаметр подъемного каната $d_к$= 38,5 мм, уравновешивающий канат плоский шириной 95 мм и толщиной 15,5 мм. Временное сопротивление разрыву проволок как подъемного, так и уравновешивающего каната $\sigma_в$ = 1568 Н/мм^2; $H_к$ =685 м.

3.21. Определить предельную длину каната, если $Q_п$ + $Q_С$ = 29400 кг. Установка грузовая без уравновешивающего каната, d_k= 58,5 мм, $\sigma_в$ = 2764 Н/мм^2.

3.22. Определить предельную длину каната, если $Q_п$+ $Q_с$ = 10688 кг. Установка грузолюдская без уравновешивающего каната, d_k= 43 мм, $\sigma_в$= 1568 Н/мм^2.

3.23. Определить предельную длину каната, если $Q_п$+ $Q_С$ = 10120 кг.

Установка грузолюдская с равновесным уравновешивающим канатом, d_K= 45 мм. $\sigma_в$ = 1568 Н/мм^2.

3.24. Определить размеры цилиндрического барабана и выбрать двухбарабанную подъемную машину, если: H = 575 м; $H_к$ — 600 м; р = 7,12 кг/м; d_K=43 мм; q= 0; $Q_с$ = 4260 кг; $Q_п$= 5500 кг.

3.25. Определить размеры цилиндрического барабана и выбрать двухбарабанную подъемную машину, если: H = 530 м; $H_к$ = 560 м; p = 12,19 кг/м; $d_к$ = 56 мм; q=0; $Q_с$= 8460 кг; $Q_с$= 12600 кг.

3.26. Определить размеры цилиндрического барабана и выбрать двухбарабанную подъемную машину, если: H = 555 м; H_k = 580 м; p = 14,25 кг/м; d_K= 60,5 мм; q= 0; $Q_п$= 13000 кг; $Q_с$= 11000 кг.

3.27. Определить размеры разрезного цилиндрического барабана и выбрать однобарабанную подъемную машину, если: H = 520 м; $H_к$ = 540 м; p = 8,496 кг/м; d_K= 48,5 мм; q= 0; $Q_п$ = 9300 кг; $Q_с$ = 8260 кг.

3.28. Определить размеры разрезного цилиндрического барабана и выбрать однобарабанную подъемную машину, если: H = 600 м; $H_к$ = 620 м; р = 11,15 кг/м; d_K= 53,5 мм; q= 0; $Q_п$= 9300 кг; $Q_с$ = 8620 кг.

3.29. Определить размеры разрезного цилиндрического барабана и выбрать однобарабанную подъемную машину, если: H =750 м; $H_к$ = 770 м; р = 8,496 кг/м; d_K= 48,5 мм; q= 0; $Q_п$= 8500 кг; $Q_С$ = 8460 кг.

3.30. Определить длину каната на цилиндрическом барабане двухбарабанной машины 2Ц-6 х 2,4, если: d_K= 53,5 мм, $b_З$=*3* мм.

3.31. Определить длину каната на цилиндрическом барабане двухбарабанной машины 2Ц-4 х 2,3, если: d= 36,5 мм, $b_З$=3 мм.

3.32. Определить длину каната на цилиндрическом барабане двухбарабанной машины 2Ц-5 х 2,8, если: d_K= 45 мм, $b_З$ = 3 мм.

3.33. Определить длину каната на цилиндрическом барабане двухбарабанной машины 2Ц-6 х 2,8, если: d_K= 58,5 мм;$b_З$= 3 мм.

3.34. Определить длину каната на разрезном цилиндрическом барабане однобарабанной машины ЦР-5 х 3/0,6, если: $B_з$ = 3,0 — 0,6 = 2,4 м; d_k= 46,5 мм;

$n_{вз}$ = 2; $b_з$ = 3 мм.

3.35. Определить длину каната на разрезном цилиндрическом барабане однобарабанной машины ЦР-4 х 3/0,7, если: $d_К$= 36,5 мм; $n_{в\,з}$ = 2; $b_{вз}$ =3мм.

3.36. Определить длину каната на разрезном цилиндрическом барабане однобарабанной машины ЦР-6 х 3,4/0,6, если: $d_к$= 50,5 мм $d_к$= 2; $b_з$ = 3 мм.

3.37. Определить диаметр шкива трения одноканатной установки, если: H = 600 м; $Q_с$= 4260 кг; $Q_п$ = 5500 кг; $d_к$= 43 мм; p = 7,12 кг/м; q = 7,05 кг/м.

3.38. Определить диаметр шкива трения одноканатной установки, если: H = 780 м; $Q_с$= 8420 кг; $Q_п$= 8500 кг; $d_К$— 48,5’мм; p = 8,496 кг/м; q= 7,69 кг/м.

3.39. Определить диаметр шкива трения многоканатной установки с четырьмя подъемными и двумя уравновешивающими плоскими канатами и выбрать подъемную машину, если: H = 900 м; $H_к$ = 925 м; $Q_с$ = 13900 кг; $Q_п$ =15000 кг; p = 3,768 кг/м; $d_К$ = 32 мм; q =

= 7,69 кг/м.

3.40. Определить диаметр шкива трения многоканатной установки с четырьмя подъемными и двумя уравновешивающими плоскими канатами и выбрать подъемную машину, если: H =730 м; $H_к$ = 760 м; $Q_с$= 16700 кг; $Q_п$ = 13000 кг; p = 4,155 кг/м; $d_к$ = 33 мм; q= 8,1656 кг/м.

3.41. Определить, какой длины канат можно расположить на бицилиндроконическом барабане машины БЦК-8/5 х 2,7, если $d_К$= 60,5 мм.

3.42. Расположить подъемную клетевую установку с машиной 2Ц-4 х 2,3 относительно ствола шахты, если: $h_с$=6,1 м; $B_к$ = 1,9 м; $D_{нш}$= 4 м; $d_к$= 33 мм. Направляющие шкивы размещены на одной горизонтальной геометрической оси, $h_в$= 10 м; $B_р$ =60 мм; B_0 =1860 мм.

3.43. Расположить подъемную скиповую установку с машиной ЦР-5 х 3/0,6 относительно ствола шахты, если: $h_с$= 8 м; $B_к$ = 2 м; $D_{н.ш}$ = 4м; dK=36,5 мм, $h_в$ =20м. Направляющие шкивы размещены в одной вертикальной плоскости.

3.44. Определить длину струны каната на барабан машины 2Ц-4 х 2,3, если: α= 1°30, $B_к$ = 2,3 м; $B_р$ =60 мм; направляющие шкивы расположены на одной горизонтальной геометрической оси, B_0 = 2050 мм; витки трения рас-

полагаются у внутренних реборд барабанов, d_K= 32 мм.

3.45. Определить длину короткой струны каната на барабане машины ЦР-5 х 3/0,6, если α = 1°30’; d_K = 48,5 мм; ширина барабана, занятая канатом на заклиненной его части, $B_к$ = 2,4 м; направляющие шкивы расположены в одной вертикальной плоскости.

2. ТЕОРИЯ ПОДЪЕМНЫХ СИСТЕМ

§ 1. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОДЪЕМНОЙ ОПЕРАЦИИ Примеры расчета

3.22. Определить продолжительность подъемной операции $T_{рп}$ и движения $T_{р'}$, среднюю $v_{ср}$ и ориентировочную максимальную скорости подъемных сосудов при условии, что установка обеспечит годовую производительность $A_г$ = 900000 т угля. Скип 2СН7-1, $Q_п$ — 5600 кг; H = 500 м., Пауза между движениями сосудов (время на загрузку и выгрузку подъемных сосудов, подачу сигналов) $t_п$= 10 с*, число рабочих дней в году $n_д$ = 300; время работы установки в сутки $n_ч$= 18ч.

* Пауза $t_п$численно равна объему скипа: при 10 м^3 — 10 с, 20 м^3 — 20 с и т.д.; при одноэтажных клетях $t_п$ =25 с, при двухэтажных — 50 с.

Решение. Определяем часовую производительность (т/ч) установки при ее коэффициенте резерва производительности C = 1,5:

$$A_ч = \frac{cA_г}{n_д n_ч}, \qquad (3.31)$$

т. е. $A_ч = \frac{1{,}5 \cdot 900000}{300 \cdot 18} = 250$ т/ч.

Число подъемных операций в час

$$n_{п.ч} = 1000\, A_ч / Q_п, \qquad (3.32)$$

т. е. $n_{п.ч} = 1000 \cdot 250/5600 = 44{,}6$ п/ч.

Продолжительность (с) подъемной операции

$$T_{р.п} = 3600/n_{п.ч}, \qquad (3.33)$$

т. е. $T_{р.п} = 3600/46{,}5 = 77{,}25$ с.

Продолжительность (с) движения подъемных сосудов

$$T_{\text{р}} = T_{\text{р.п}} - T_{\text{п}}, \qquad (3.34)$$

т. е. $T_{\text{р}} = 77{,}25 - 10 = 67{,}25$ с.

Средняя скорость (м/с) подъема

$$V_{\text{ср}} = H/T_{\text{р}}, \qquad (3.35)$$

т. е. $V_{\text{ср}} = 500/67{,}25 = 7{,}44$ м/с

Ориентировочная максимальная скорость при скорости $a_{\text{с}}$ = 1,25 - 1,35

$$V_{max} = a_{\text{с}} \cdot V_{\text{ср}} \qquad (3.36)$$

т. е. $V_{max} = 1{,}3 \cdot 7{,}44 = 9{,}67$ м/с.

3.23. Определить коэффициент резерва производительности подъемной скиповой установки, если: $Q_{\text{п}}$= 8500 кг; $n_{п\,\text{ч}}$ = 30 п/ч; $л_{\text{д}}$ = 300 д; $n_{\text{ч}}$ = 18 ч; $A_г$= 900000 т угля.

Решение. На основании формул (3.31) и (3.32)

$$C = \frac{n_{\text{п.ч}} Q_{\text{п}} n_{\text{д}} n_{\text{ч}}}{1000 A_{\text{г}}} = \frac{30 \cdot 8500 \cdot 300 \cdot 18}{1000 \cdot 900000} = 1{,}53.$$

3.24. Определить, каким должен быть полезный груз, поднимаемый за один раз скиповой установкой, обеспечивающей $A_г$ = 800000 т; $n_д$ = 300 д; $n_{\text{ч}}$ = 18 ч; $n_{\text{п ч}}$ = 40 п/ч; С=1.5

Решение. По формулам (3.31) и (3.32)

$$Q_{\text{п}} = \frac{1000 C A_{\text{г}}}{n_{\text{п.ч}} n_{\text{д}} n_{\text{ч}}} = \frac{1000 \cdot 1{,}5 \cdot 800000}{40 \cdot 300 \cdot 18} = 5550 \text{ кг}.$$

§ 2. КИНЕМАТИКА ПОДЪЕМНЫХ СИСТЕМ С ПОСТОЯННЫМ РАДИУСОМ НАВИВКИ КАНАТА

Примеры расчета

3.25. Рассчитать элементы трехпериодной трапецеидальной диаграммы скорости и построить в масштабе эту и соответствующую ей диаграммы ускорений, если путь подъема H =250 м; расчетная продолжительность одной подъемной операции T_p = 45 с; пауза между подъемными операциями $t_п$= 50 с;

диаметр барабана $D_б$ = 5м; коэффициент резерва производительности подъемной установки С = 1,5.

Решение. Модуль ускорений (м/с^2) рассчитывается по формуле

$$a_м = \frac{a_1 a_3}{a_1 + a_3}. \quad (3.37)$$

По Правилам технической эксплуатации (ПТЭ) при транспортировании людей ускорение $a_1 \leq 1$ м/с^2, замедление $a_3 \leq 0{,}75$ м/с^2. При транспортировании груза a_1 может быть больше 1 м/с^2, если это допустимо расчетом на перегруз двигателя, $a_3 \leq 0{,}75$ м/с^2. При принятом $a_1 = a_3 = 0{,}75$ м/с^2

Максимальная расчетная скорость

$$a_м = \frac{0{,}75 \cdot 0{,}75}{0{,}75 + 0{,}75} = 0{,}375 \text{ м/с}^2.$$

Максимальная расчетная скорость

$$V_{р\,max} = a_м T_р - \sqrt{(a_м T_р)^2 - 2 a_м H}, \quad (3.38)$$

т. е. $V_{р\,max} = 0{,}375 \cdot 45 - \sqrt{(0{,}375 \cdot 45)^2 - 2 \cdot 0{,}375 \cdot 250} = 6{,}95$ м/с

При диаметре барабана $D_б$= 5 м, передаточном числе одинарной передачи I = 10,5 и синхронной частоте вращения асинхронного двигателя $n_{син}$ = 300 об/мин *(n* = 295 об/мин) максимальная скорость

$$V_{max} = \frac{\pi D_б n}{60 i} = \frac{3{,}14 \cdot 5 \cdot 295}{60 \cdot 10{,}5} = 7{,}35 \text{ м/с}.$$

Максимальная скорость V_{max} = 7,35 м/с может быть допущена П Б при подъеме — спуске людей.

Продолжительности ускоренного и замедленного движений:

$$t_1 = V_{max}/a_1; \quad t_1 = V_{max}/a_3 \quad (3.39; 3.40)$$

Так как $a_1 = a_3$, то $t_1 = t_3 = 7{,}35/0{,}75 = 9{,}8$ с. Длины путей ускоренного и замедленного движений:

$$h_1 = V_{max}\, t_1/2; \quad h_3 = V_{max}\, t_3/2 \quad (3.41; 3.42)$$

Длина пути и продолжительность равномерного движения:

$$h_2 = H - h_1 - h_3, \quad (3.43)$$

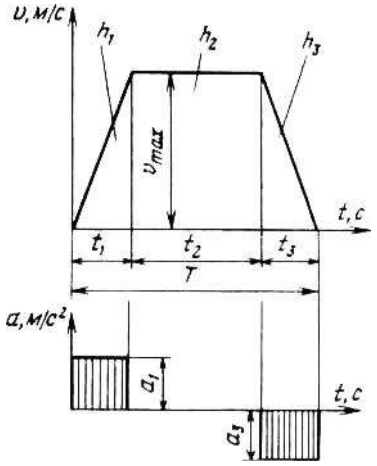
т.е. $h_2 = 250 - 36 - 36 = 178$ м

$$t_2 = h_2/V_{max}\ , \qquad (3.44)$$

Т.е. t_2=178/7.35=24.22с

Полная продолжительность движения подъемных сосудов

$$T = t_1 + t_2 + t_3. \qquad (3.45)$$



Подставив полученные значения, получим

T = 9,8 + 24,22 + 9,8 = 43,82 с.

Проверка правильности расчета:

$$T = \frac{H}{V_{max}} + \frac{V_{max}}{2}\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}\right), \qquad (3.46)$$

т. е. $T = \frac{250}{7,35} + \frac{7,35}{2}\left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,75}\right) = 43,82\ c.$

Расчет произведен правильно, так как результаты вычислений по формулам (3.45) и (3.46) одинаковы.

Фактический коэффициент резерва производительности подъемной установки

$$C_ф = C\frac{T_р + T_п}{T + t_п} \qquad (3.47)$$

т. е. $C_ф = 1,5\frac{45 + 10}{43,82 + 10} = 1,52.$

Диаграммы скорости и ускорений показаны на рис. 3.11.

3.26. Рассчитать элементы трехпериодных диаграмм скорости и построить в масштабе их и соответствующие им диаграммы ускорений при условии работы установки с одинаковой максимальной скоростью с двух горизонтов. Высота подъема при работе с первого (верхнего) горизонта H = 420 м, со второго — H = 520 м. Расчетная продолжительность движения подъемного сосуда со второго горизонта $T_р$ = 84 с; $t_п$= 45 с; $D_б$=5м; i=10,5; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с; C=1,5*.

Решение. Для второго горизонта модуль ускорений по формуле (3.37)

$$a_м = \frac{0,75 \cdot 0,75}{0,75 + 0,75} = 0,375\ м/с^2$$

Максимальная расчетная скорость по формуле (3,38)

$$V_{\text{р}\,max} = 0{,}375 \cdot 84 - \sqrt{(0{,}375 \cdot 84)^2 - 2 \cdot 0{,}375 \cdot 520} = 7 \text{ м/с}.$$

При $D_б$ = 5 м, I = 10,5 и $n_{син}$ = 300 об/мин *(n* = 290 об/мин) максимальная скорость v_{max}= 7,23 м/с.

Максимальная скорость, допустимая ПБ с верхнего горизонта при подъеме—спуске людей,$V_{пб}$ = 12 м/с.

Таким образом, как со второго, так и с первого горизонта можно работать с одной и той же максимальной скоростью v_{max}= 7,23 м/с.

Определим элементы диаграммы скорости со второго горизонта по формулам (3.39) - (3.45).

Так как $a_1 = a_3$, то $t_1 = t_3$ = 7,23/0,75 = 9,64с.

Поскольку $t_1 = t_3$, то

$$h_1 = h_3 = V_{max}\, t_1/2 = 7{,}23 \cdot 9{,}64/2 = 34{,}85 \text{ м};$$

$$h_2 = H - h_1 - h_3 = 520 - 34{,}85 - 34{,}85 = 450{,}3 \text{ м};$$

*При обслуживании подъемной установкой с одним асинхронным двигателем двух горизонтов шахты во избежание работы во время равномерного движения с верхнего горизонта с включенным реостатом транспортирование с двух горизонтов должно производиться с одинаковой, максимальной скоростью.

$$t_2 = h_2/V_{max} = 450{,}3/7{,}23 = 62{,}28 \text{ с};$$

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = 9{,}64 + 62{,}28 + 9{,}64 = 81{,}56 \text{ с}.$$

Проверка правильности расчета производится по формуле (3.46) :

$$T = \frac{520}{7{,}23} + \frac{7{,}23}{2}\left(\frac{1}{0{,}75} + \frac{1}{0{,}75}\right) = 81{,}56 \text{ с}.$$

Расчет произведен правильно, так как результаты вычислений по формулам (3.45) и (3.46) одинаковы.

Фактический коэффициент резерва производительности подъемной установки по формуле (3.47) со второго горизонта

$$C_ф = 1{,}5\frac{84 + 45}{81{,}56 + 45} = 1{,}53.$$

Определим элементы диаграммы скорости с первого горизонта. Так как

$t_1=t_3=9.64$с

$h_1=h_3=$ 34,85 м.

Следовательно,

$h_2=$ 420 - 34,85 - 34,85 = 350,3 м;

$t_2=$ 350,3/7,23 = 48,45 с;

T = 9,64 + 48,45 + 9,64 = 67,73 с.

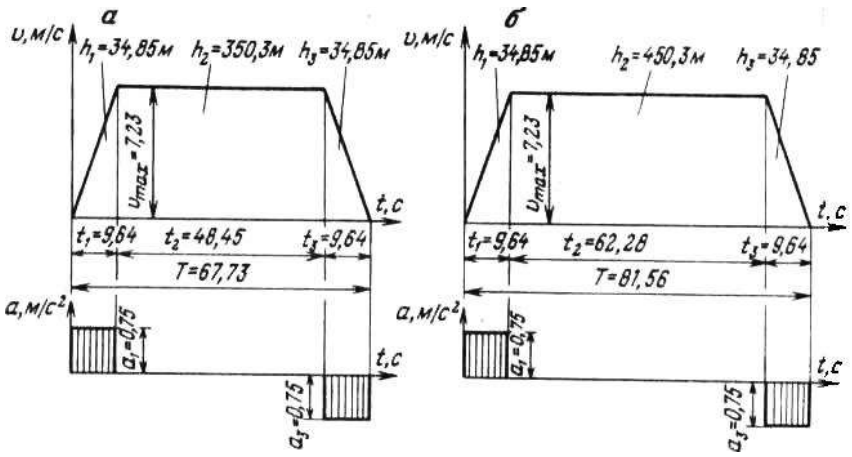
Проверка правильности расчета

$$T = \frac{420}{7,23} + \frac{7,23}{2}\left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,75}\right) = 67,73 \text{ с.}$$

Расчет произведен правильно, так как результаты вычислений по формулам (3.45) и (3.46) одинаковы.

Фактический коэффициент резерва производительности с первого горизонта

$$C_{\text{ф}} = 1,5\frac{84 + 45}{67,73 + 45} = 1,72.$$



Диаграммы скорости и соответствующие им диаграммы ускорений для первого *(а)* и второго (б) горизонта показаны на рис. 3.12.

Рис. 3.12. Диаграммы скорости и ускорений (к примеру 3.26)

3.27. Определить пути движения подъемных сосудов при трехпериодной диаграмме скорости, если: H =420 м; V_{max} =8,05 м/с; a_1 = 0,7 м/с^2; a_3 = 0,75 м/с^2.

Решение. Пути ускоренного движения на основании формул (3.39) и

(3.41) и замедленного на основании формул (3.40) и (3.42):

$h_1 = V_{max}^2 / 2a_1 = 8{,}05^2/(2 \cdot 0{,}7) = 46{,}28$ м;

$h_3 = V_{max}^2 / 2a_3 = 8{,}05^2/(2 \cdot 0{,}75) = 43{,}2$м.

То же, равномерного по формуле (3.43)

$h_2 = 420 - 46{,}28 - 43{,}2 = 330{,}52$ м.

3.28. Определить продолжительность t_2 равномерного движения подъемных сосудов при трехпериодной диаграмме скорости, если: $H = 440$ м; $V_{max} = 9{,}1$ м/с; $a_1 = 0{,}75$ м/с^2; $a_3 = 0{,}7$ м/с^2.

Решение. На основании формул (3.39) — (3.44) имеем:

$$t_2 = \frac{H}{V_{max}} - \frac{V_{max}}{2}\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}\right) = \frac{440}{9{,}1} - \frac{9{,}1}{2}\left(\frac{1}{0{,}75} + \frac{1}{0{,}75}\right) = 35{,}78 \text{ с.}$$

3.29. Определить полную продолжительность подъемной операции при трехпериодной диаграмме скорости, если: $H = 435$ м; $v_{max} = 9{,}7$ м/с; $a_1 = 0{,}65$ м/с^2; $a_3 = 0{,}72$ м/с^2; $t_п = 30$с.

Решение. Продолжительность движения подъемных сосудов по формуле (3.46)

$$T = \frac{435}{9{,}7} + \frac{9{,}7}{2}\left(\frac{1}{0{,}65} + \frac{1}{0{,}72}\right) = 59 \text{ с.}$$

Полная продолжительность одной подъемной операции по формуле (3.34)

$T_п = T + t_п = 59 + 30 = 89$ с.

3.30. Определить высоту подъема H при трехпериодной диаграмме скорости, если продолжительность движения подъемных сосудов $T = 75$ с; максимальная скорость $v = 7{,}2$ м/с; ускорение $a_1 = 0{,}75$ м/с ; замедление $a_3 = 0{,}65$ м/с^2 .

Решение. По формуле (3.37) определяем модуль ускорений:

$$a_м = \frac{0{,}75 \cdot 0{,}65}{0{,}75 + 0{,}65} = 0{,}348 \text{ м/с}^2$$

Высота подъема на основании формул (3.46) и (3.37)

$$H = tV_{max} - \frac{V_{max}^2}{2a_м} = 75 \cdot 7{,}2 - \frac{7{,}2^2}{2 \cdot 048} = 465{,}5 \text{ м.}$$

3.31. Определить замедление a_3 подъемной установки при трехпериодной диаграмме скорости если H = 400 м, продолжительность движения подъемных сосудов T = 55 с; максимальная скорость v_{max} = 9,7 м/с; ускорение a_1 = 0,75 м/с^2.

Решение. На основании формул (3.46) и (3.37) модуль ускорений

$$a_м = \frac{V_{max}^2}{2(TV_{max} - H)} = \frac{9{,}7^2}{2(55 \cdot 9{,}7 - 400)} = 0{,}353\ м/с^2.$$

По формуле (3.37)

$$a_3 = \frac{a_м a_1}{a_1 - a_м} = \frac{0{,}353 \cdot 0{,}75}{0{,}75 - 0{,}353} = 0{,}667\ м/с^2$$

Определить элементы пятипериодной диаграммы скорости и построить в масштабе ее и соответствующую ей диаграмму ускорений, если: путь подъема H = 480 м; расчетная продолжительность одной подъемной операции T_p = 70 с; пауза между двумя подъемными операциями $t_п$= 10 с; путь разгрузки скипов $h_р$= 2,2 м; диаметр барабана D_6= 4 м; коэффициент резерва производительности установки С= 1,5.

Решение. Модуль ускорений по формуле (3.37) при принятых a_1=1 м/с^2 и a_3 = 0,75 м/с^2:

$$a_м = \frac{1 \cdot 0{,}75}{1 + 0{,}75} = 0{,}429\ м/с^2.$$

Максимальная расчетная скорость, м/с

$$V_{р\,max} = a_м T_0 - \sqrt{(a_м T_0)^2 - 2a_м H_0}. \qquad (3.48)$$

Предварительно при принятом значении скорости входа ролика скипа в разгрузочные кривые и выхода его из них (v ′ = v″ = 1,1 м/с) находим:

$$T_0 = T_р - \frac{2h_р}{V''} - \frac{2h_р}{V''} + \frac{V'}{a_1} + \frac{V''}{a_3} \qquad (3.49)$$

т. е. $T_0 = 7 - \frac{2 \cdot 2{,}2}{1{,}1} - \frac{2 \cdot 2{,}2}{1{,}1} + \frac{1{,}1}{1} + \frac{1{,}1}{0{,}75} = 59{,}43$ с;

$$H_0 = H - 2h \quad + \frac{V'^2}{2a_1} + \frac{V''^2}{2a_3}, \qquad (3.50)$$

т. е. $H_0 = 480 - 2 \cdot 2{,}2 + \frac{1{,}1^2}{2 \cdot 1} + \frac{1{,}1^2}{2 \cdot 0{,}75} = 477$ м;

$$V_{pmax} = 0{,}429 \cdot 59{,}43 - \sqrt{(0{,}429 \cdot 59{,}43)^2 - 2 \cdot 0{,}429 \cdot 477} = 9{,}98 \text{ м/с}.$$

Максимальная скорость, обеспечиваемая машиной при $D_б$=4м, i=11.5 и $n_{син}$=600об/мин (n=590об/мин)

$$V_{max} = \frac{\pi D_б n}{60 i} = \frac{3{,}14 \cdot 4 \cdot 590}{60 \cdot 11{,}5} = 10{,}74 \text{ м/с}.$$

Определим элементы диаграммы скорости при движении скипов по разгрузочным кривым. Ускорение и замедление

$$a' = \frac{V'^2}{2h_р}; \; a' = \frac{V''^2}{2h_р}. \qquad (3.51;\ 3.52)$$

Подставляя значения, получим

$$a' = a'' = \frac{1{,}1^2}{2 \cdot 2{,}2} = 0{,}275 \text{ м/с}^2$$

Продолжительность ускоренного и замедленного движений по разгрузочным кривым

$$t' = v'/a'; \; t'' = v''/a'', \qquad (3.53;\ 3.54)$$

t'= t = 1,1/0,275 = 4 с.

Длина пути скипа по разгрузочным кривым

$$h_р = V' t'/2 = V'' t''/2, \qquad (3.55)$$

или $h_р = 1{,}1 \cdot 4/2 = 2{,}2$ м.

Время ускоренного движения при a_1 — 1 м/с^2 и замедленного при a_3=0.75м/с^2

$$t_1 = \frac{V_{max} - V'}{a_1}; \; t_3 = \frac{V_{max} - V''}{a_3}. \qquad (3{,}56;\ 3{,}57)$$

Подставляя значения, получим:

$$t_1 = \frac{10{,}74 - 1{,}1}{1} = 9{,}64 \text{ с}; \; t_3 = \frac{10{,}74 - 1{,}1}{0{,}75} = 12{,}85 \text{ с}.$$

Длины путей за время ускоренного и замедленного движений

$$h_1 = \frac{V' + V_{max}}{2} t_1; \; h_3 = \frac{V' + V_{max}}{2} t_3 \qquad (3.58; 3{,}59)$$

Подставляя значения, получим:

$$h_1 = \frac{1{,}1 + 10{,}74}{2} 9{,}64 = 57{,}1 \text{ м};\ h_3 = \frac{1{,}1 + 10{,}74}{2} 12{,}85 = 76{,}07 \text{ м}.$$

Длина пути равномерного движения

$$h_2 = H - 2h_\text{р} - h_1 - h_3, \qquad (3.60)$$

т. е. $h_2 = 480 - 2 \cdot 2{,}2 - 57{,}1 - 76{,}07 = 342{,}43$ м.

Продолжительность равномерного движения

$$t_2 = h_2 / V_{max}\,, \qquad (3.61)$$

т. е. $t_2 = 342{,}43/10{,}74 = 31{,}88$ с.

Продолжительность движения подъемных сосудов

$$T = t^{'} + t_1 + t_2 + t_3 + t^{''}, \qquad (3.62)$$

т.е. T = 4 + 9,64 + 31,88 + 12,85 + 4 = 62,37 с.

Проверка правильности расчета:

$$T = \frac{H_0}{V_{max}} + \frac{V_{max}}{2}\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}\right) + V^{'}\left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_3}\right) + V^2\left(\frac{1}{a^{''}} - \frac{1}{a_3}\right), \qquad (3.63)$$

т. е $.T = \frac{477}{10{,}74} + \frac{10{,}74}{2}\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0{,}75}\right) + 1{,}1\left(\frac{1}{0{,}275} - \frac{1}{1}\right) +$

$$+1{,}1\left(\frac{1}{0{,}275} - \frac{1}{0{,}75}\right) = 62{,}37 \text{ с}.$$

Фактический коэффициент резерва производительности подъемной установки

$$C_\text{ф} = C\frac{T_\text{р} + T_\text{п}}{T + t_\text{п}} = 1{,}5\frac{70 + 10}{62{,}37 + 10} = 1{,}66.$$

Диаграмма скорости и соответствующая ей диаграмма ускорений показаны на рис. 3.13.

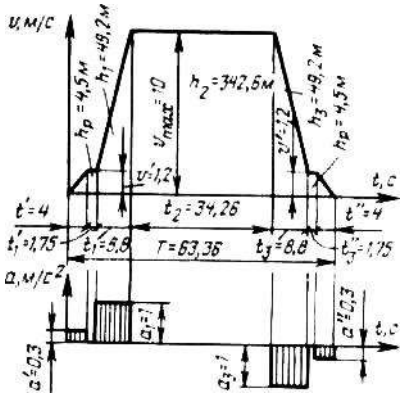


Рис. 3.13. Диаграммы скорости и ускорений (к примеру 3.32)

Определить пути движения подъемных сосудов во второй, третий и четвертый периоды пятипериодной диаграммы скорости, если H = 520 м; v_{max} = 5,5 м/с; a_1= a_3=1 м/с^2; v' =v''=1,5 м/с; h_p= 2,15 м.

Решение. Длина пути ускоренного движения с ускорением a = = 1 м/с^2 на основании формул (3.56) и (3.58)

$$L_1 = \frac{V_{max}^2 - V'^2}{2a_1} = \frac{5{,}5^2 - 1{,}5^2}{2 \cdot 1} = 14 \text{ м}.$$

То же, замедленного движения с замедлением a_3 = 1 м/с^2 на основании формул (3.57) и (3.59)

$$L_3 = \frac{V_{max}^2 - V''^2}{2a_3} = \frac{5{,}5^2 - 1{,}5^2}{2 \cdot 1} = 14 \text{ м}.$$

То же, равномерного движения по формуле (3.60)

$$h_2 = 520 - 2 \cdot 2{,}15 - 14 - 14 = 487{,}7 \text{ м}.$$

3.33. Определить продолжительность равномерного движения с максимальной скоростью подъемных сосудов при пятипериодной диаграмме скорости, если H = 370 м; v_{mgx}= 9,7 м/с; a_1 = 0,75 м/с^2; a_3 = 0,8 м/с^2; v'= 1,2 м/с; v''= 1,5 м/с; h_p = 4 м.

Решение. Продолжительность равномерного движения на основании формул (3.56) — (3.61)

$$t_2 = \frac{H - 2h_p}{V_{max}} - \frac{V_{max}}{2}\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}\right) + \frac{1}{2V_{max}}\left(\frac{V'^2}{a_1} + \frac{V''^2}{a_3}\right) =$$

$$= \frac{370 - 2 \cdot 4}{9{,}7} - \frac{9{,}7}{2}\left(\frac{1}{0{,}75} + \frac{1}{0{,}8}\right) + \frac{1}{2 \cdot 9{,}7}\left(\frac{1{,}5^2}{0{,}75} + \frac{1{,}2^2}{0{,}8}\right) = 25{,}05 \text{ с}.$$

3.34. Определить полную продолжительность одной подъемной операции при пятипериодной диаграмме скорости, если: H =485 м; v_{max}= 8,3 м/с; a_1=1 м/с^2; a_3 = 0,8 м/с^2; h_p= 2,45 м; v' = 1,2 м/с; v''= 1,1 м/с; t_p= 10 с. *Решение.* Продолжительность движения подъемных сосудов по формуле (3.3)

$$T = \frac{H_0}{V_{max}} + \frac{V_{max}}{2}\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}\right) + V'\left(\frac{1}{a'} - \frac{1}{a_1}\right) + V''\left(\frac{1}{a''} - \frac{1}{a_3}\right).$$

Предварительно находим a' и a'' по формулам (3.51) и (3.52) H_0 по формуле (3.50):

$$a^{'} = \frac{1{,}2^2}{2 \cdot 2{,}45} = 0{,}294 \text{ м/с}^2 \qquad a^{"} = \frac{1{,}1^2}{2 \cdot 2{,}45} = 0{,}247 \text{ м/с}^2$$

$$H_0 = 485 - 2 \cdot 2{,}45 + \frac{1{,}1^2}{2 \cdot 1} + \frac{1{,}2^2}{2 \cdot 0{,}8}$$

Подставляя полученные значения, имеем

$$T = \frac{481{,}57}{8{,}3} + \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0{,}8}\right) + 1{,}2\left(\frac{1}{0{,}294} - \frac{1}{1}\right) + 1{,}1\left(\frac{1}{0{,}247} - \frac{1}{0{,}8}\right) = 73{,}3\ c$$

Полная продолжительность одной подъемной

Операции

$T_{\text{п}} = T + t_n = 73{,}3 + 10 = 83{,}3$ с.

3.35. Определить высоту подъема H при работе по пятипериодной диаграмме скорости, если: T = 85 с; v_{max}= 7,2 м/с; a_1 =1 м/с^2 ; $a_з$ = 0,9 м/с^2; h_p = 2,5 м; v' = 1,2 м/с; v'' = 1,1м/с.

Решение. На основании формулы (3 63)

$$H_0 = Tv_{max} - \frac{v_{max}^2}{2}\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}\right) - v^{'}v_{max}\left(\frac{1}{a^{'}} - \frac{1}{a_1}\right) - v^{"}v_{max}\left(\frac{1}{a^{"}} - \frac{1}{a_3}\right)$$

Предварительно находим ускорение и замедление скипа на разгрузочных кривых по формулам (3.51) и (3.52)

$$a^{'} = \frac{1{,}2^{\ 2}}{2 \cdot 2{,}5} = 0{,}288 \text{ м/с}^2 \qquad a^{"} = \frac{1{,}1^{\ 2}}{2 \cdot 2{,}5} = 0{,}242 \text{ м/с}^2$$

Используя полученные данные, находим,

$$H_0 = 85 * 7{,}2 - \frac{7{,}2^2}{2}\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0{,}9}\right) - 1{,}2 * 7{,}2\left(\frac{1}{0{,}288} - \frac{1}{1}\right) - 1{,}1 \times$$

$$\times\ 7{,}2\left(\frac{1}{0{,}242} - \frac{1}{0{,}9}\right) = 512 \text{ м}$$

Далее из формулы (3.50)

$$H = H_0 + 2hp - \frac{v^{'2}}{2a_1} - \frac{v^{'2}}{2a_3} = 512 + 2 * 2{,}5 - \frac{1{,}2^2}{2 * 1} - \frac{1{,}1^2}{2 * 0{,}9} = 512 \text{ м}$$

3.36. Определить элементы семипериодной диаграммы скорости и по-

строить в масштабе эту диаграмму и соответствующую ей диаграмму ускорений. Путь подъема H = 450 м, продолжительность движения подъемных сосудов $T_р$= 65 с, пауза между подъемными операциями $t_п$= 8с, путь разгрузки опрокидных клетей $h_р$ = 4,5 м, диаметр барабана $D_б$ = 5 м, коэффициент резерва производительности установки C = 1,5.

Решение. Модуль ускорений по формуле (3.37) при принятом a_1= a_3 = 1 м/с^2

$$a^м = 1 * 1 = 0{,}5 \text{ м}/c^2$$

При принятом значении скорости входа ролика клети в разгрузочные кривые и выхода его из них $v' = v'' = 1{,}2$ *м/с,* ускорении и замедлении $a' — a''$ = 0,3 м/с^2 по формулам (3.53), (3.54) продолжительность ускоренного и замедленного движения по разгрузочным кривым

$t'= t''= 1{,}2/0{,}3 = 4$ с.

То же, равномерного движения

$$t'_1 = \frac{h_p - v' t'/2}{v'} \qquad t''_1 = \frac{h_p - v'' t''/2}{v''} \qquad (3.64; 3.65)$$

Исходя из вышеизложенного, получаем

$$t'_1 = t''_1 = \frac{4{,}5 - 1{,}2 * 4/2}{1{,}2} = 1{,}75c$$

Далее определяем

$$T_0 = T_p - t'_1 - t''_1 - t'' + \frac{v'}{a_1} + \frac{v''}{a_3} \qquad (3.66)$$

т.е. T_0 = 65 – 4 – 1,75 –1,75 – 4 + 1,2/1 + 1,2/1 = 55,9с с;

По формуле (3.50)

$$H_0 = 450 - 2 * 45 + \frac{1{,}2^2}{2 * 1} + \frac{1{,}2^2}{2 * 1} = 442{,}44 \text{ м}$$

по формуле (3.48)

$$v_{pmax} = 0{,}5 * 55{,}9 - \sqrt{(0{,}5 * 55{,}9)^2 - 2 * 0{,}5 * 442{,}44} = 9{,}6 \text{м}/c$$

При диаметре барабана Dб = 5 м, передаточном числе зубчатого редуктора i = 10,5 и синхронной частоте вращения асинхронного двигателя $n_{син}$ =

425 об/мин (n = 400об/мин) максимальная скорость

$$v_{max} = \frac{\pi D_б n}{i} = \frac{3{,}14 * 5 * 6.67}{10{,}5} = 10 \text{ м}/c$$

Определим продолжительности ускоренного и замедленного движений при $a_1 = a_3 = 1$ м/с^2 и длины путей за это время по формулам (3.56) — (3.59), учитывая, что $v' = v''$

$$t_1 = \frac{10 - 1{,}2}{1} = 8{,}8\ c \qquad t_3 = \frac{10 - 1{,}2}{1} 8{,}8\ c$$

Проверка пути разгрузки:

$$h_1 = \frac{1{,}2 + 10}{2} 8{,}8 = 49{,}2 \text{ м} \qquad h_3 = \frac{1{,}2 + 10}{2} 8{,}8 = 49{,}2 \text{ м}$$

Длина пути и продолжительность равномерного движения согласно формулам (3.60) и (3.61)

$H_2 = 450 - 2 * 4{,}5 - 49{,}2 - 49{,}2 = 342{,}6$ м;

$t_2 = 342{,}6/10 = 34{,}26$ с.

Продолжительность движения подъемных сосудов

$$T = t' + t'_1 + t_1 + t_2 + t_3 + t"_1 + t" \qquad (3.67)$$

т.е. T = 4 + 1,75 + 8,8 + 34,26 + 8,8 + 1,75 + 4 = 63,36 с.

Проверка правильности расчета:

$$\mathrm{T} = \frac{\mathrm{H_o}}{\mathrm{V_{max}}} + \frac{\mathrm{V_{max}}}{2}\left(\frac{1}{\mathrm{a_1}} + \frac{1}{\mathrm{a_3}}\right) + \mathrm{V`}\left(\frac{1}{2\mathrm{a}} - \frac{1}{\mathrm{a_1}}\right) + \mathrm{V``}\left(\frac{1}{2\mathrm{a``}} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{\mathrm{a_3}}\right) + \mathrm{h_p}\left(\frac{1}{\mathrm{V`}} + \frac{1}{\mathrm{V``}}\right), \qquad (3.68)$$

Фактический коэффициент резерва производительности подъемной установки по формуле (3.47)

$$C_ф = 1{,}5\frac{65 + 8}{63{,}36 + 8} = 1{,}53$$

Диаграмма скорости и соответствующая ей диаграмма ускорений показаны на рис. 3.14.

§ 3. ДИНАМИКА ПОДЪЕМНЫХ СИСТЕМ С ПОСТОЯННЫМ РАДИУСОМ НАВИВКИ КАНАТА

Движущие усилия на окружности барабана и мощности на валу подъемного двигателя

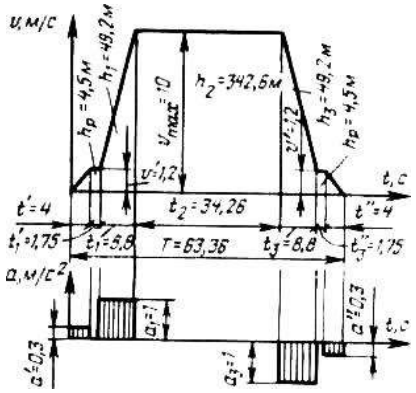


Рис. 3.14. Диаграммы скорости и ускорений (к примеру 3.37)

Примеры расчета

3.37. Определить движущие усилия на окружности барабана, мощности на валу подъемного двигателя в характерных точках трехпериодной диаграммы скорости. Построить диаграммы усилий (нагрузочные диаграммы на двигатель) и мощностей для подъемных систем без уравновешивающего каната, с равновесным уравновешивающим канатом и с тяжелым уравновешивающим канатом. Высота подъема H = 730 м, полезная масса $Q_п$ = 5000 кг, время ускоренного, равномерного и замедленного движений t_1 = 13,33 с; t_2 = 59,66 с; t_3 = 13,33 с.

Длины путей, пройденных в эти периоды, $h_1 = h_3$ = 66,7 *м,* h_2 = = 596,6 м. Продолжительность движения T = 86,32 с; линейная масса подъемного каната p = 8,37 кг/м; линейная масса уравновешивающего каната q = 9,43 кг/м; приведенная масса движущихся частей подъемной установки к окружности барабана $m_п$ = 80000 кг; ускорение и замедление $a_1 = a_2$ = 0,73м/с^2; максимальная скорость движения подъемных сосудов V_{max} = 10 м/с; к.п.д. передачи редуктора $\eta_п$ = = 0,94.

Решение. Движущие усилия (Н), создаваемые двигателем на окруж-

ности барабана двухклетевой (двухскиповой) установки (рис. 3.15),

$$F = [kQ_{\text{п}} - (H - 2h_x)(q - p)]g + m_{\text{п}}a \qquad (3.69)$$

Для одноклетевой (односкиповой) установки с противовесом

$$F = \left[kQ_{\text{п}} + Q_c - Q_{\text{пр}} - (H - 2h_x)(q - p)\right]g + m_{\text{п}}a \qquad (3.70)$$

где $к$ — коэффициент вредных сопротивлений (для клетей $к$ = 1,2: для скипов $к$ = 1,15); h_x — мгновенное значение пути, м; $m_{\text{п}}$ — масса всех движущихся частей установки, приведенная к окружности навивки, кг; $Q_{\text{пр}}$ - масса противовеса, кг.

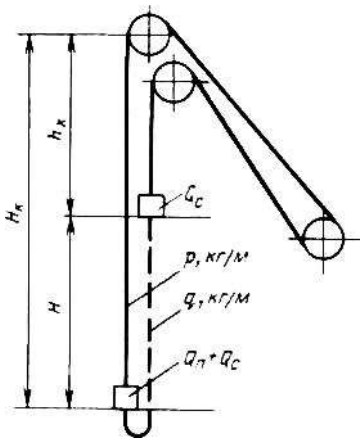


Рис. 3.15. Схема к динамическому уравнению подъемной системы с постоянным радиусом навивки каната

1. Система без уравновешивающего каната (q = 0). На основании выражения (3.69) движущие усилия в начале подъема и конце ускоренного движения:

$$F_1 = \left(kQ_{\text{п}} + \text{Н}_{\text{р}}\right)g + m_{\text{п}}a_1 = (1{,}2 \cdot 5000 + 730 \cdot 8{,}37)9{,}81 +$$

$$+80000 * 0{,}75 = 17{,}88 * 10^4 H$$

$$F_2 = (kQ_{\text{п}} + (H - 2h_1)p)g + m_{\text{п}}a_1 = (1{,}2 \cdot 5000 + (730 -$$

$$-2 \cdot 66{,}7)8{,}37)9{,}81 + 80000 \cdot 0{,}75 = 16{,}78 \cdot 10^4\text{Н};$$

То же, в начале и конце равномерного движения:

$$F_3 = (kQ_{\text{п}} + (H - 2h_1)p)g = (1{,}2 \cdot 5000 + (730 -$$

$$-2 \cdot 66{,}7)8{,}37)9{,}81 = 10{,}78 \cdot 10^4\text{Н};$$

$$F_4 = (kQ_{\text{п}} + (H - 2(h_1 + h_2))p)g = (1{,}2 \cdot 5000 +$$

$$+((730 - 2)66{,}7 + 596{,}6))8{,}37)9{,}81 = 0{,}987 \cdot 10^4\text{Н};$$

То же, в начале замедленного движения и конце подъема:

$$F_5 = (kQ_{\text{п}} + (H - 2(h_1 + h_2))p)g + m_{\text{п}}a_3 =$$

$$= \{1{,}2 * 5000 + [730 - 2(66{,}7 + 596{,}6)]8{,}37\}9{,}81 -$$

$-80000 * 0{,}75 = -5{,}01 * 10^4 H$

$F_6 = (kQ_{\text{п}} - H_h)g - m_{\text{п}}a_3 = (1{,}2 \cdot 5000 - 730 \cdot 8{,}37)9{,}81 -$

$-80000 \cdot 0{,}75 = -6{,}01 \cdot 10^4$Н.

Мощности (кВт) на валу подъемного двигателя в тех же характерных точках диаграммы скорости

$$N_x = \frac{F_x V_x}{1000\eta_{\text{п}}}, \qquad (3.71)$$

При наших данных

$N_1 = 0;$

$$N_2 = \frac{F_2 V_{max}}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{16{,}78 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 1985 \text{ кВт};$$

$$N_3 = \frac{F_3 V_{max}}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{10{,}78 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 1147 \text{ кВт};$$

$$N_4 = \frac{F_4 V_{max}}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{0{,}987 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 105 \text{ кВт};$$

$$N_5 = \frac{F_5 V_{max}\,\eta_{\text{п}}}{1000} = \frac{-5{,}01 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot}{1000} = -470 \text{ кВт};$$

$N_6 = 0;$

2. Система с равновесным уравновешивающим канатом $(q = p)$. Движущие усилия на основании выражения (3.69):

при ускоренном движении

$F_1 = F_2 = kQ_{\text{п}}g + m_{\text{п}}a_1 = 1{,}2 \cdot 5000 \cdot 9{,}81 + 80000 \cdot 0{,}75 =$

$= 11{,}88 \cdot 10^4$Н;

при равномерном движении

$F_3 = F_4 = kQ_{\text{п}}g = 1{,}2 \cdot 5000 \cdot 9{,}81 = 5{,}88 \cdot 10^4$Н;

при замедленном движении

$F_5 = F_6 = kQ_{\text{п}}g - m_{\text{п}}a_3 = 1{,}2 \cdot 5000 \cdot 9{,}81 - 80000 \cdot 0{,}75 =$

$= -0{,}1 \cdot 10^4$Н;

Мощности на валу подъемного двигателя по формуле (3.71) :

$N_1 = 0;$

$$N_2 = \frac{11{,}88 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 1260 \text{ кВт};$$

$$N_3 = N_4 = \frac{5{,}88 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 1985 \text{ кВт};$$

$$N_5 = \frac{-0{,}1 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = -10{,}3 \text{ кВт};$$

$$N_6 = 0.$$

3. Система с тяжелым уравновешивающим канатом ($q - p = 9{,}43 - 8{,}37 = 1{,}06$ кг/м). Движущие усилия по формуле (3.69) в точках, указанных в расчете без уравновешивающего каната:

$$F_1 = (kQ_\text{п} - \text{Н}(q-p))g + m_\text{п}a_1 = (1{,}2 \cdot 5000 - 730 \cdot 1{,}06) \cdot$$

$$\cdot 9{,}81 + 80000 \cdot 0{,}75 = 11{,}12 \cdot 10^4 H$$

$$F_2 = (kQ_\text{п} - (\text{Н} - 2h_1)(q-p))g + m_\text{п}a_1 =$$

$$= [1{,}2 \cdot 5000 - (730 - 2 \cdot 66{,}7)1{,}06]9{,}81 + 80000 \cdot 0{,}75 =$$

$$= 11{,}26 \cdot 10^4 H;$$

$$F_3 = (kQ_\text{п} - (\text{Н} - 2h_1)(q-p))g =$$

$$= [1{,}2 \cdot 5000 - (730 - 2 \cdot 66{,}7)1{,}06]9{,}81 = 5{,}26 \cdot 10^4 H$$

$$F_4 = (kQ_\text{п} - (\text{Н} - 2(h_1 + h_2)(q-p))g =$$

$$= \{1{,}2 \cdot 5000 - [730 - 2(66{,}7 + 596{,}6)]1{,}06\}9{,}81 = 6{,}5 \cdot 10^4$$

$$F_5 = \{kQ_\text{п} - [H - 2(h_1 + h_2)](q-p)\}g - m_\text{п}a_3 =$$

$$= (1{,}2 \cdot 5000 - (730 - 2 \cdot 66{,}7), 06)9{,}81 - 80000 \cdot 0{,}75 = 0{,}5 \cdot 10^4 H;$$

$$F_6 = (kQ_\text{п} + \text{Н}(q-p))g - m_\text{п}a_3 = (1{,}2 \cdot 5000 + 730 \cdot 1{,}06) \cdot$$

$$* 9{,}81 - 80000 * 0{,}75 = 0{,}64 * 10^4 H$$

Мощности на валу подъемного двигателя по формуле (3.71):

$$N_1 = 0;$$

$$N_2 = \frac{11{,}26 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 1198 \text{ кВт};$$

$$N_3 = \frac{5{,}26 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 560 \text{ кВт};$$

$$N_4 = \frac{6{,}5 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 691 \text{ кВт};$$

$$N_5 = \frac{0{,}5 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 53{,}2 \text{ кВт};$$

$N_6 = 0.$

Диаграммы для этого примера показаны на рис. 3.16.

3.39. Определить движущие усилия на окружности навивки барабана, мощности на валу подъемного двигателя в характерных точках пятипериодной диаграммы скорости и построить диаграммы усилий (нагрузочные диаграммы на двигатель) и мощностей для скиповой установки без уравновешивающего каната. Высота подъема H = 550 м, полезная масса скипа $Q_{\text{п}}$ = 8500 кг. Продолжительность движения по разгрузочным кривым t = 3,94 с с ускорением a' = 0,279 м/с^2, t =6,13 с с ускорением a_1 = 1 м/с^2; равномерного движения t_2 = 67,23 с с ускорением a_1 = 1 м/с^2, t_3 = 8,17 с с замедлением a_3 = 0,75 м/с^2;

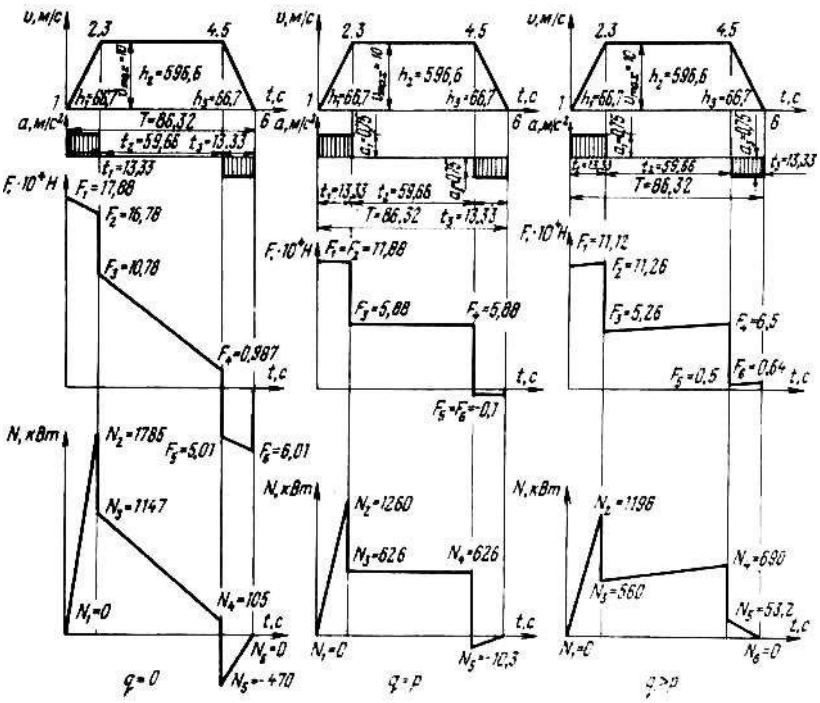


Рис. 3.16. Диаграммы к расчету подъемной системы (к примеру 3.38)

по разгрузочным кривым t'' = 3,94 с с замедлением a'' = 0,279 м/с^2 соответственно указанным периодам пути $h_{\text{р}}$ = 2,17 м (путь разгрузки скипа); h_1 =

25,53 м; h_2 = 486,1 м; h_3 = 34,03 м; скорость выхода ролика скипа из разгрузочных кривых v' = 1,1 м/с, входа v'' = 1,1 м/с; максимальная скорость V_{max} = 7,23 м/с; T = 89,41 с; приведенная к окружности барабана масса движущихся частей установки m_n = = 103590 кг; к.п.д. редуктора $\eta_п$ =0,93.

Решение. На основании выражения (3.69) движущие усилия в начале подъема и конце движения с ускорением a':

$$F_1 = \left(kQ_п + H_p\right)g + m_п a' = (1{,}15 \cdot 8500 + 550 \cdot 8{,}47)9{,}81$$
$$= 103590 \cdot 0{,}279 = 17{,}05 * 10^4 H$$
$$F_2 = [kQ_п + \left(H - 2h_p\right)p]g + m_п a' = [1{,}15 \cdot 8500 +$$
$$= (550 - 2 \cdot 2{,}17)8{,}47]9{,}81 + 103590 \cdot 0{,}279 = 17{,}01 \cdot 10^4 H.$$

То же, в начале и конце движения с ускорением a_1:

$$F_3 = \left(kQ_п + (H - 2h_p)p\right)g + m_п a_1 = [1{,}15 \cdot 8500 + (550 -$$
$$-2 \cdot 2{,}17)8{,}47]9{,}81 + 103590 \cdot 1 = 17{,}01 \cdot 10^4 \text{Н};$$
$$F_4 = \left\{kQ_п + \left[H - 2\left(h_p + h_1\right)\right]p\right\}g + m_п a_1 = \{1{,}15 \cdot 8500 +$$
$$+[550 = 2(2{,}17 + 25{,}53)]8{,}47\}9{,}81 + 103590 \cdot 1 =$$
$$= 24{,}06 \cdot 10^4 H.$$

То же, в начале и конце равномерного движения:

$$F_5 = \{kQ_п + [H - 2\left(h_p + h_1\right)]g = \{1{,}15 \cdot 8500 +$$
$$+[550 - 2(2{,}17 + 25{,}530]8{,}47\}9{,}81 = 13{,}7 \cdot 10^4 H;$$
$$F_6 = \{kQ_п + H - 2\left(h_p + h_1 + h_2\right)]p)g = \{1{,}15 \cdot 8500 +$$
$$[550 - 2(2{,}17 + 25{,}53 + 486{,}1)]8{,}47\}9{,}81 = 5{,}61 \cdot 10^4 H.$$

То же, в начале и конце движения с замедлением a_3:

$$F_7 = \{kQ_п + [H - 2\left(h_p + h_1 + h_2\right)]p)g - m_п a_3 =$$
$$= \{1{,}15 \cdot 8500 + [550 - 2(2{,}17 + 25{,}53 + 486{,}1)]8{,}47\}9{,}81 -$$
$$-103590 \cdot 0{,}75 = -2{,}15 \cdot 10^4 \text{Н};$$
$$F_8 = \{kQ_п + [H - 2(h_p + h_1 + h_2 + h_3)]p\}g - m_п a_3 =$$
$$= \{1{,}15 * 8500 + [500 - 2(2{,}17 + 486{,}1 + 34{,}03]8{,}47\} \cdot$$
$$\cdot 9{,}81 - 103590 \cdot 0{,}75 = -2{,}72 \cdot 10^4 \text{Н}.$$

То же, в начале движения с замедлением a'' и конце подъема:

$$F_9 = \{kQ_{\text{п}} + \left[H - 2\left(h_p + h_1 + h_2 + h_3\right)\right]p\}g - m_{\text{п}}a'' =$$

$$= \{1{,}15 * 8500 + [550 - 2(2{,}17 + 25{,}53 + 486{,}1 + 34{,}03)]8{,}47\} \cdot$$

$$\cdot 9{,}81 - 103590 \cdot 0{,}279 = 2{,}16 \cdot 10^4 \text{Н};$$

$$F_{10} = \left(kQ_{\text{п}} - H_p\right)g - m_{\text{п}}a'' = (1{,}15 \cdot 8500 - 550 \cdot 8{,}47)9{,}81 -$$

$$-103590 \cdot 0{,}279 = 2{,}13 \cdot 10^4 \text{Н}.$$

Мощности в тех же характерных точках диаграммы скорости:

$N_1 = 0$;

$$N_2 = \frac{17{,}01 \cdot 10^4 \cdot 1{,}1}{1000 \cdot 0{,}93} = 201{,}2 \text{ кВт};$$

$$N_3 = \frac{24{,}55 \cdot 10^4 \cdot 1{,}1}{1000 \cdot 0{,}93} = 290{,}4 \text{ кВт};$$

$$N_4 = \frac{24{,}06 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23}{1000 \cdot 0{,}93} = 1870 \text{ кВт};$$

$$N_5 = \frac{13{,}7 \cdot 10^4 \cdot 0{,}23}{1000 \cdot 0{,}93} = 1065 \text{ кВт};$$

$$N_6 = \frac{5{,}62 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23}{1000 \cdot 0{,}93} = 437 \text{ кВт};$$

$$N_7 = \frac{-2{,}15 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23 \cdot 0{,}93}{1000} = -145 \text{ кВт};$$

$$N_8 = \frac{-2{,}72 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23 \cdot 0{,}93}{1000} = -27{,}8 \text{ кВт};$$

$$N_9 = \frac{2{,}16 \cdot 10^4 \cdot 1{,}1}{1000 \cdot 0{,}93} = 25{,}5 \text{ кВт};$$

$N_1 = 0$;

Диаграммы к этому примеру показаны на рис. 3.17.

3.38. Определить движущие усилия на окружности барабана и мощности на валу подъемного двигателя в характерных точках семипериодным t''_1 = 2,83 с; то же, замедленного t'' = 4 с. Длина пути клети по разгрузочным кривым h_p = 5,8 м, а путей ускоренного, равно- мерного и замедленного движений соответственно h_1 =6,5 м, h_2 = 232,4 м. и h_3 = 6,5 м. Ускорение и за-

медление на разгрузочных кривых a' =0,3 м/с^2, a'' = 0,3 м/с^2; ускорение и замедление клети a_1 = 0,75 м^3/с^2 и a_2 = 0,75 м/с^2, коэффициент, учитывающий нарушение уравновешивания собственных масс сосудов в момент разгрузки, k_y = 0,35, скорость входа ролика в разгрузочные кривые v' = 1,2 м/с; то же, выхода v'' = 1,2 м/с; максимальная скорость клети v_{max} = 3,35 м/с; к.п.д. передачи η_n = 0,9.

Решение. Усилия (Н) в начале подъемной операции и в конце движения с ускорением a' = 0,3 м/с^2:

$$F_1 = \left(kQ_{\text{п}} + k_y Q_y + H(p-q)\right)g + m_{\text{п}}a', \qquad (3.72)$$

т. е. $F_1 = (1{,}2 \cdot 2000 + 0{,}35 \cdot 8110 + 257 \cdot 4{,}74)9{,}81 + 42380 \cdot 0{,}3 =$

$= 7{,}6 \cdot 10^4$Н;

$$F_2 = \left(kQ_{\text{п}} + (H - 2\frac{v't'}{2})p\right)g + m_{\text{п}}a' = (1{,}2 \cdot 2000 +$$

$$+\left(257 - 2\frac{1{,}2 \cdot 4}{2}\right)4{,}74)9{,}81 + 42380 \cdot 0{,}3 = 4{,}8 \cdot 10^4\text{Н}.$$

То же, в начале и конце равномерного движения по разгрузочным кривым:

$$F_3 = \left[kQ_{\text{п}} + \left(H - 2\frac{v't'}{2}\right)p\right]g = [1{,}2 \cdot 2000 +$$

$$+\left(257 - 2\frac{1{,}2 \cdot 4}{2}\right)4{,}74]9{,}81 = 3{,}35 \cdot 10^4\text{Н};$$

$$F_4 = [kQ_{\text{п}} + (H - 2h_p)p])g = [1{,}2 \cdot 2000 + (257 - 2 \cdot 5{,}8) \times$$

$$\times 4{,}74]9{,}81 = 3{,}5 \cdot 10^4\text{Н}.$$

То же, в начале и конце движения с ускорением a_t = 0,75 м/с^2:

$$F_5 = \left[kQ_{\text{п}} + \left(H - 2h_p\right)p\right]g + m_{\text{п}}a_1 = [1{,}2 \cdot 2000 +$$

$$+(257 - 2 \cdot 5{,}8)4{,}74]9{,}81 + 42380 \cdot 0{,}75 = 6{,}67 \cdot 10^4\text{Н};$$

$$F_6 = \{kQ_{\text{п}} + \left[H - 2(h_p + h_1\right)]p\}g + m_{\text{п}}a_1 = \{1{,}2 \cdot 2000 +$$

$$+[257 - 2(5{,}8 + 6{,}5)]4{,}74\}9{,}81 + 42380 \cdot 0{,}75 = 6{,}61 \cdot 10^4\text{Н}.$$

То же, в начале и конце равномерного движения с максимальной скоростью:

$$F_7 = \{kQ_{\text{п}} + \left[H - 2(h_p + h_1\right)]p\}g = \{1{,}2 \cdot 2000 +$$

$+[257-2(5{,}8+6{,}5)]4{,}74\}9{,}81=3{,}44\cdot10^4$Н;

$F_8=\{kQ_{\text{п}}+\left[H-2(h_p+h_1+h_2\right)]p\}g=\{1{,}2\cdot2000+$

$+[257-2(5{,}8+6{,}5+232{,}5)]4{,}74\}9{,}81=1{,}27\cdot10^4$Н.

Усилия в начале и конце движения с замедлением a_3 = 0,75 м/с^2:

$F_9=\{kQ_{\text{п}}+\left[H-2(h_p+h_1+h_2\right)]p\}g-m_{\text{п}}a_3=\{1{,}2\cdot2000+$

$+[257-2(5{,}8+6{,}5+232{,}4)]4{,}74\}9{,}81-42380\cdot0{,}75=-1{,}9\cdot10^4$Н;

$F_{10}=\{kQ_{\text{п}}+\left[H-2(h_p+h_1+h_2+h_3\right)]p\}g-m_{\text{п}}a_3=\{1{,}2\cdot2000+$

$+[257-2(5{,}8+6{,}5+232{,}4+6{,}5)]4{,}74\}9{,}81-$

$-42380\cdot0{,}75=-1{,}97\cdot10^4$Н.

То же, в начале и конце равномерного движения по разгрузочным кривым:

$F_{11}=\{kQ_{\text{п}}+\left[H-2(h_p+h_1+h_2+h_3\right)]p\}g=\{1{,}2\cdot2000+$

$+[257-2(5{,}8+6{,}5+232{,}4+6{,}5)]4{,}74\}9{,}81=1{,}21\cdot10^4$Н;

$F_{12}=\{kQ_{\text{п}}+\left[H-2(h_p+h_1+h_2+h_3+v''t''\right)]p\}g=\{1{,}2\cdot2000+$

$+[257-2(5{,}8+6{,}5+232{,}4+6{,}5+1{,}2\cdot2{,}83)]\times$

$\times4{,}74\}9{,}81=1{,}18\cdot10^4$Н.

То же, в начале движения с замедлением a'' = 0,3 м/с^2 и конце подъемной операции:

$F_{13}=\{kQ_{\text{п}}+\left[H-2(h_p+h_1+h_2+h_3+v''t''\right)]p\}g-m_{\text{п}}a''=$

$\{1{,}2\cdot2000+[257-2(5{,}8+6{,}5+232{,}4+6{,}5+1{,}2\cdot2{,}83)]\times$

$\times4{,}74\}9{,}81-42380\cdot0{,}3=1{,}21\cdot10^4$Н;

$F_{14}=\left[(k-1)Q_{\text{п}}-k_yQ_c-H(p-q)\right]g-m_{\text{п}}a'',$ (3.73)

т. е. $F_{14}+[(1{,}2-1)\times2000-0{,}35\cdot8110-257\cdot4{,}74]9{,}81-$

$-42380\cdot0{,}3=-4{,}86\cdot10^4$Н;

Мощности на валу подъемного двигателя в характерных точках диаграммы скорости:

$N_1=0;$

$N_2=\dfrac{F_2\cdot v'}{1000\eta_{\text{п}}}=\dfrac{4{,}8\cdot10^4\cdot1{,}2}{1000\cdot0{,}9}=64$ кВт;

$$N_3 = \frac{F_3 \cdot v'}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{3{,}53 \cdot 10^4 \cdot 1{,}2}{1000 \cdot 0{,}9} = 47 \text{ кВт};$$

$$N_4 = \frac{F_4 \cdot v'}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{3{,}5 \cdot 10^4 \cdot 1{,}2}{1000 \cdot 0{,}9} = 46{,}6 \text{ кВт};$$

$$N_5 = \frac{F_5 \cdot v'}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{6{,}67 \cdot 10^4 \cdot 1{,}2}{1000 \cdot 0{,}9} = 89 \text{ кВт};$$

$$N_6 = \frac{F_6 \cdot v_{max}}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{6{,}61 \cdot 10^4 \cdot 3{,}35}{1000 \cdot 0{,}9} = 246 \text{ кВт};$$

$$N_7 = \frac{F_7 \cdot v_{max}}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{3{,}44 \cdot 10^4 \cdot 3{,}35}{1000 \cdot 0{,}9} = 127{,}8 \text{ кВт};$$

$$N_8 = \frac{F_8 \cdot v_{max}}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{1{,}27 \cdot 10^4 \cdot 3{,}35}{1000 \cdot 0{,}9} = 47{,}7 \text{ кВт};$$

$$N_9 = \frac{F_9 \cdot v_{max}\,\eta_{\text{п}}}{1000} = \frac{-1{,}9 \cdot 10^4 \cdot 3{,}35 \cdot 0{,}9}{1000} = -57{,}1 \text{ кВт};$$

$$N_{10} = \frac{F_{10} \cdot v''\eta_{\text{п}}}{1000} = \frac{-1{,}97 \cdot 10^4 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}9}{1000} = -21{,}2 \text{ кВт};$$

$$N_{11} = \frac{F_{11} \cdot v''}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{1{,}21 \cdot 10^4 \cdot 1{,}2}{1000 \cdot 0{,}9} = 16{,}2 \text{ кВт};$$

$$N_{12} = \frac{F_{12} \cdot v''}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{11{,}8 \cdot 10^4 \cdot 1{,}2}{1000 \cdot 0{,}9} = 15{,}8 \text{ кВт};$$

$$N_{13} = \frac{F_{13} \cdot v''\eta_{\text{п}}}{1000} = \frac{-0{,}9 \cdot 10^4 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}9}{1000} = -0{,}97 \text{ кВт};$$

$$N_{14} = 0.$$

Диаграммы для данного примера показаны на рис. 3.18.

Приведенная к окружности барабана масса движущихся частей подъемной установки

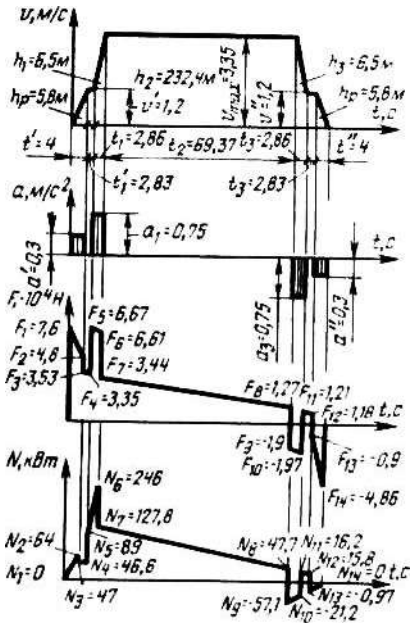


Рис. 3.18. Диаграммы к расчету установки с опрокидными клетями (к примеру 3.40)

3.41.Определить приведенную к окружности барабана массу дви-жущихся частей скиповой подъемной установки, если расстояние от нижней приемной площадки до оси напрвляющего шкива $H_к$ = 570 м. Полезная масса угля $Q_п$ = 8500 кг, собственная масса скипа $Q_с$ = 8460 кг, линейная масса подъемного каната p = = 8,47 кг/м. Установка с уравновешивающим канатом (q = 8,56 кг/м). Барабан и направляющий шкив диаметрами $D_б$ = $D_{н.ш}$ = 5 м. Передаточное число редуктора i = 10,5.

Решение. Приведенная масса (кг) всех движущихся частей подъемной установки

$$m_п = Q_п + 2Q_с + 2L_{п.к}p + L_{у.к}q + 2m'_{н.ш} + m''_б + m'_п + m'_р \qquad (3.74)$$

Массы движущихся частей установки приводятся к окружности барабана — пункту, где наблюдается линейное ускорение подъема. Истинные массы поступательно движущихся частей (сосуды, канаты) тождественны приведенным. Приведению подлежат массы вращающихся частей (направляющие шкивы, барабаны, зубчатые колеса передачи, ротор).

Приведенная масса (кг) подъемных канатов

$$2L_{п.к}p = 2\left[H_к + \frac{\pi D_{н.ш}}{2} + L_с + n_{в.т}\pi D_б + l_п\right]p. \qquad (3.75)$$

Принимая длину струны $L_с$ = 59,5 м, число витков трения $n_{в.т}$ = 5 и длину

каната для испытания $/_{и}$ = 30 м, получим

$$2L_{\text{п.к}}p = 2\left(570 + 3{,}14 * \frac{5}{2} + 59{,}5 + 5 * 3{,}14 * 5 + 30\right)8{,}4 = 12530 \text{ кг}.$$

Приведенная масса уравновешивающего каната с учетом 30 м на петлю каната в зумпфе

$$L_{y.k}q = (550 + 30)8{,}56 = 4970 \text{ кг}.$$

Приведенная масса (кг) каждой из вращающихся частей

$$m' = I/D_{\text{б}}^2, \qquad (3.76)$$

здесь значения динамических моментов инерции / направляющих шкивов, барабанов, редуктора, ротора находятся по их характеристикам. Предварительно определяем ориентировочную мощность подъемного двигателя:

$$N = \frac{kQ_{\text{п}}Hg}{1000T\eta_{\text{п}}}p, \qquad (3.77)$$

где р — коэффициент динамического режима, равный для неопрокидных клетей 1,5 ÷1,6 и опрокидных 2,2 ÷ 2,6; для неопрокидных скипов 1,3 ÷1,4 и опрокидных 1,4 ÷ 1,8; для многоканатных установок со скипами 1,2 ÷ 1,3.

По нашим данным

$$m_{\text{п}} = 8500 + 2 \cdot 8460 + 12635 + 4970 + 2\frac{34500}{5^2} + \frac{680000}{5^2} +$$

$$+\frac{250000}{5^2} + \frac{5800}{5^2}10{,}5^2 = 107080 \text{ кг}.$$

3.42/ Определить приведенную массу $m_{\text{п}}$ движущихся частей установки, если движущее усилие в начале подъема F_1=11·10^4 Н; $Q_{\text{п}}$ = = 4000 кг; коэффициент вредных сопротивлений $к$ = 1,2; H = 290 м; р = 7,397 кг/м; q = 0; a_1 = 0,75 м/с^2.

Решение. На основании динамического уравнения приведенная масса

$$m_{\text{п}} = \frac{F - (kQ_{\text{п}} - (H - 2h_x)(q - p))g}{a_1}.$$

Так как q = 0, то усилие задано для начала подъемной операции. Следовательно, h_x = 0 и

$$m_{\text{п}} = \frac{F_1 - \left(kQ_{\text{п}} + H_p\right)g}{a_1} =$$

$$= \frac{110000 - (1{,}2 \cdot 40000 + 290 \cdot 7{,}397)9{,}81}{0{,}75} = 55820 \text{ кг}.$$

3.43. Определить ускорения a_1 и a_3 при ускоренном и замедленном движении клетевой установки, если движущие усилия в начале подъемной операции F_1 = =1,18 · 10^4 Н, в конце — F_6 = -1,65 · 10^4 Н, $Q_{\text{п}}$ = 4000 кг; $к$ = 1,2; H = 350 м; p = =6,349 кг/м; q = 0; m_n = 56000 кг.

Решение. На основании динамического уравнения при q = 0

$$a = \frac{F - (kQ_{\text{п}} + (H - 2h_x)p)g}{m_{\text{п}}}.$$

При наших данных

$$a_1 = \frac{111800 - (1{,}2 \cdot 4000 + 350 \cdot 6{,}349)9{,}81}{56000} = 0{,}766 \text{м/с}^2;$$

$$a_3 = \frac{(1{,}2 \cdot 4000 - 350 \cdot 6{,}349)9{,}81 + 16500}{56000} = 0{,}746 \text{м/с}^2;$$

3.44. Определить коэффициент $к$ сопротивления движению подъемной системы без уравновешивающего каната (q = 0), если диаграмма скорости трехпериодная. Движущее усилие в конце равномерного движения F_4 = 31,6 • 10^4Н. H = 285 м. Длина пути за время ускоренного движения h_1 = 35 м, равномерного — h_2 =215м; p = 7,397 кг/м; Q_n = 4000 кг.

Решение. На основании динамического уравнения

$$k = \frac{F + ((H - 2h_x)(q - p))g}{gQ_{\text{п}}} - m_{\text{п}}a.$$

Для заданных условий (q=0; $h_x = h_1 + h_2$; a = 0)

$$k = \frac{31600 + \left(\left(285 - 2(35 - 215)\right)7{,}397\right)9{,}81}{9{,}81 \cdot 4000} = 1{,}2.$$

§ 4. ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ ПОДЪЕМНЫХ СИСТЕМ С ВЕДУЩИМИ ШКИВАМИ ТРЕНИЯ

Примеры расчета

3.45. Определить ускорение, замедление и статический коэффициент безопасности против скольжения одноканатной подъемной установки с ведущим шкивом трения и равновесным уравновешивающим канатом *(q = p)* исходя из условия нескольжения шкива и каната, если высота подъема H = 600 м; расстояние от нижней приемной площадки до оси верхнего направляющего шкива H_k = 620 м; полезная масса $Q_п$ = = 7000 кг и собственная масса $Q_с$ = 9210 кг клети; диаметр направляющего шкива $D_{н.ш}$ = 4 м и его приведенная масса $m'_{н.ш}$ = 1100 кг; длина подъемного каната от верхней приемной площадки до соприкосновения его с ведущим шкивом трения $L_{в.ш}$ =61 м; его линейная масса p = 11,15 кг/м; коэффициент трения каната о футеровку шкива f = 0,2; угол охвата шкива канатом a =π рад.

Решение. 1. Допустимое ускорение (м/с^2) из условия нескольжения шкива трения по канату

$$a_{1max} = \frac{e^{f(\alpha)}(m_1 - c) - m_2 - c}{e^{f\alpha}(m_1 + m'_{н.ш} + A) + m_2 + A} g,$$

где $e^{f\alpha} = 2{,}72^{0{,}2 \cdot 3{,}14} = 1{,}87,$

$m_1 = Q_c + qH = 9210 + 11{,}15 \cdot 600 = 16570$ кг.

Вредные сопротивления в одной половине ствола

$$C = \frac{k-1}{2} Q_п = \frac{1{,}2-1}{2} 7000 = 700 \text{ кг}.$$

$m_2 = Q_п + Q_c + pH = 7000 + 9210 + 11{,}15 \cdot 600 = 23570$ кг.

$A = pL = 11{,}15 \cdot 61 = 70$ кг.

Подставляя значения, получим

$$a_{1max} = \frac{1{,}87(165570 - 700) - 23570 - 700}{1{,}87(16570 + 1100 + 700) + 23570 + 700} 9{,}81 = 0{,}905 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение не должно превышать a_1 = 0,8 $a_{1\,max}$ = 0,8•0,905= = 0,72 м/с^2.

2. Допустимое замедление (м/с^2), которое будет наименьшим при спуске груза из условия нескольжения каната по шкиву трения.

$$a_{3max} = \frac{e^{t\alpha}(m_1 + c) - m_2 - c}{e^{f\alpha}(m_1 \div m'_{н.ш} + A) + m_2 + A} g, \qquad (3.79)$$

т. е. $a_{3max} = \dfrac{1{,}87(165570 + 700) - 23570 - 700}{1{,}87(16570 + 1100 + 700) + 23570 + 700} 9{,}81 = 1{,}34$ м/с^2.

Замедление не должно превышать $a_З = 0{,}8\ a_{Зmax} = 0{,}8 \bullet 1{,}34 = = 1{,}07$ м/с^2.

3. Статический коэффициент безопасности против скольжения

$$k_{\text{с.б}} = \frac{F_{\text{ст.}max}\,(e^{f\alpha} - 1)}{F_{\text{ст}max} - F_{стmin}}. \qquad (3.80)$$

Максимальное натяжение каната при расположении груженого сосуда на нижней приемной площадке (*q* = *p,* см. рис. 3.4, а)

$$F_{\text{ст}max} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{с}} + pH_{\text{к}} = 7000 + 9210 + 11{,}15 * 620 = 23150 \text{ кг}.$$

Минимальное натяжение каната при том же положении груженого сосуда

$$F_{\text{ст}\,min} = Q_{\text{с}} + pH_k = 9210 + 11{,}15 \cdot 620 = 16150 \text{ кг}.$$

Подставляя значения, получим

$$k = \frac{23150(1{,}87 - 1)}{23150 - 16150} = 2{,}86,$$

что допустимо по условию $\kappa_{с.б} > 2$.

3.46. Определить ускорение, замедление и статический коэффициент безопасности против скольжения многоканатной подъемной установки с подъемной машиной МК 3,5 х 4. Расстояние от нижней приемной площадки до оси ведущего шкива $H_К$ = 900 м; $Q_п$ = = 13600 кг; $Q_с$ = 14400 кг. Масса линейная подъемного каната p = 3,768 кг/м, уравновешивающего каната q = 7,69 кг/м, приведенная четырех отклоняющих шкивов $m'_{о\,ш}$ = 3600 кг. Коэффициент трения каната f = 0,2, угол охвата шкива канатом α = 1,1 π рад.

Решение. Так как 4 • 3,768 < 2 · 7,69, то при расчете ориентируемся на положение груженого сосуда на верхней приемной площадке.

1. Допустимое ускорение (м/с^2) из условия нескольжения шкива трения по канату

$$a_{1max} = \frac{e^{f\alpha}(m_1 - c) - m_2 - c}{e^{f\alpha}(m_1 + m'_{\text{о.ш}}) + m_2}\, g,$$

где $e^{f\alpha} = 2{,}72^{0{,}2\cdot 1{,}1\cdot 3{,}14} = 1{,}92;\ c = \frac{1{,}15-1}{2} = 13600 = 1040$ кг;

$m_1 = Q_c + qH_k = 14400 + 2 \cdot 7{,}69 \cdot 900 = 28240$ кг;

$m_2 = Q_{\text{п}} + Q_c + pH = 13600 + 14400 + 4 \cdot 3{,}768 = 28015$ кг.

Подставляя значения, получим

$$a_{1max} = \frac{1{,}92(28240-1040) - 28015 - 1040}{1{,}92(28240+3600) + 28015} 9{,}81 = 2{,}55 \text{ м/с}^2$$

Ускорение не должно превышать $a_1 = 0{,}8 \cdot 2{,}55 = 2{,}04$ м/с^2.

2. Допустимое замедление (м/с^2) из условия нескольжения каната по шкиву трения

$$a_{3max} = \frac{e^{f\alpha}(m_1 + c) - m_2 - c}{e^{f\alpha}(m_1 + m'_{\text{о.ш}}) + m_2}$$

$$= \frac{1{,}92(28240+1040) - 28015 - 1040}{1{,}92(28240+3600) + 28015} 9{,}81 = 2{,}99 \text{ м/с}^2$$

Замедление не должно превышать $a_3 = 0{,}8\ a_{3\,max} = 0{,}8 \cdot 2{,}99 = 2{,}39$ м/с^2.

3. Статический коэффициент безопасности против скольжения

$$k_{\text{с.б}} = \frac{F_{\text{ст}max}(e^{f\alpha} - 1)}{F_{\text{ст}max} - F_{\text{ст}min}}.$$

Максимальное натяжение каната при расположении груженого подъемного сосуда на верхней приемной площадке

$$F_{\text{ст}max} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{с}} + qH_{\text{к}} = 13600 + 14400 + 2 * 7669 * 900 = 41840\text{кг}.$$

Минимальное натяжение каната при том же положении груженого сосуда

$$F_{\text{ст}max} = Q_{\text{с}} pH_{\text{к}} = 14400 + 4 * 3{,}768 * 900 + 27965 \text{ кг}.$$

$$k_{c.\text{б}} = \frac{41840(1{,}92-1)}{41820 - 27960} = 2{,}77,$$

что допустимо по условию $к_{с\,\text{б}} > 2$.

§ 5. КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ПОДЪЕМНЫХ СИСТЕМ С БИЦИЛИНДРОКОНИЧЕСКИМИ БАРАБАНАМИ

Примеры расчета

3.47. Рассчитать кинематику и динамику клетевой подъемной установки с бицилиндроконическим барабаном машины БЦК-8/5х2,7, если: H = 900 м; $T_р$= 110 с; $Q_с$ = 8460 кг; $Q_п$ = 8500 кг; p = 8,496 кг/м; d_K = 48,5 мм. Число витков рабочей части каната на малом цилиндре $\eta_{м.ц}$ = 5. На конусе $\eta_{кс}$ = 7 и на большом цилиндре $\eta_{б.ц}$ = = 27.

Решение. 1. Кинематика. Так как установка клетевая, принимаем трехпериодную диаграмму угловой скорости.

Угол поворота барабана за одну подъемную операцию

$$Ф = (n_{м.ц}+n_{кс}+n_{б.ц})2\pi \qquad (3.81)$$

или Ф = (5 + 7 + 27) 2 · 3,14 = 244,9 радиан.

При предельных линейных ускорениях и замедлениях подъемных сосудов a_{mgx} = 0,75 м/с^2 предельно допустимое угловое ускорение ε_1 и замедление ε_3 барабана при свивке или навивке каната на большой цилиндр

$$\epsilon_1 = \epsilon_3 = \frac{a_{max}}{R_{б.ц}} = \frac{0,75}{4} = 0,1875\ c^{-2}$$

Модуль угловых ускорений

$$\epsilon_м = \frac{\epsilon_1 \epsilon_3}{\epsilon_1 + \epsilon_3} \qquad (3.82)$$

т. е. $\epsilon_м = \frac{0,1786 * 0,1875}{0,1875 + 0,1875} = 0,0938\ c^{-2}$

Максимальная угловая скорость вращения барабана

$$\omega_{max} = \epsilon_м T_р - \sqrt{\left(\epsilon_м T_р\right)^2 - 2\epsilon_м Ф}, \qquad (3.83)$$

т. е. $\omega_{max} = 0,0938 * 110 - \sqrt{(0,0938 * 110)^2 - 2 * 0,0938 * 244,9} =$

$= 2,53c^{-2}$

Если двигатель постоянного тока с $\eta_д$ =25 об/мин, непосредственно соединен с барабаном, то максимальная угловая скорость барабана

$$\omega_{max} = \frac{\pi \eta_д}{30} = \frac{3,14 * 25}{30} = 2,62c^{-2}$$

Максимальная линейная скорость подъемных сосудов

$v_{max} = \omega_{max} R_{бц} = 2{,}62 * 4 = 10{,}48$ м/с,

что и необходимо, так как при спуске — подъеме людей по ПБ v_{rmax} <12 м/с.

Продолжительность движения и угол поворота за время движения ускоренного вращения барабана

$$t_1 = \frac{\omega_{max}}{\epsilon_1} = \frac{2{,}62}{0{,}1875} = 13{,}97\ c\ ;$$

$$\Phi_1 = \frac{\omega_{max}\, t_1}{2} = 2{,}62 * \frac{13{,}97}{2} = 18{,}3 \text{ рад.}$$

То же, замедленного вращения:

$$t_3 = \frac{\omega_{max}}{\epsilon_3} = \frac{2{,}62}{0{,}1875} = 13{,}97\ c\ ;$$

$$\Phi_3 = \frac{\omega_{max}\, t_3}{2} = 2{,}62 * \frac{13{,}97}{2} = 18{,}3 \text{ рад.}$$

Угол поворота и продолжительность движения за время равномерного вращения барабана:

$$\Phi_2 = \Phi - \Phi_1 - \Phi_3 = 244{,}9 - 18{,}3 - 18{,}3 = 208{,}3 \text{ рад;}$$

$$t_3 = \frac{\Phi_2}{\omega_{max}} = \frac{208{,}3}{3{,}62} = 79{,}5\ c.$$

Продолжительность вращения барабана за время одной подъемной операции

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = 13{,}97 + 79, + 13{,}97 = 107{,}44\ c.$$

Проверка правильности расчета диаграммы угловой скорости вращения барабана:

$$T = \frac{\omega}{\omega_{max}} + \frac{\omega_{max}}{2}\left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_3}\right) =$$

$$= \frac{244{,}9}{2{,}62} + \frac{2{,}62}{2}\left(\frac{1}{0{,}1875} + \frac{1}{0{,}1875}\right) = 107{,}44\ c.$$

По этим данным на рис. 3.19 построена диаграмма угловых скоростей барабана. На ней нанесены углы поворота барабана, которым соответствуют определенные площадки диаграммы за различные периоды движения.

Так как для навивки каната на малый цилиндр необходимо, чтобы барабан повернулся на $\Phi_{м.ц} = \eta_{м.ц}\ 2\pi = 5 \bullet 2 \bullet 3{,}14 = 31{,}4$ рад, а за время ускоренного вращения барабан повернется только на $\Phi_1 = 18{,}3$ рад, то навивка поднимающейся ветви на малый цилиндр будет происходить и после начала вращения барабана с ω_{max} в течение

$$t_{м.ц.р} = \frac{\Phi_{м.ц} - \Phi_1}{\omega_{max}} = \frac{31{,}4 - 18{,}3}{2{,}62} = 5\ c.$$

Продолжительности навивки каната поднимающейся ветви:

на малый цилиндр

$$t_{м.ц} = t_1 + t_{м.ц.р} = 13{,}97 + 5 = 18{,}97\ c;$$

на конус

$$t_{кс} = \frac{\Phi_{кс}}{\omega_{max}} = \frac{43{,}96}{2{,}92} = 17{,}78\ c$$

(причем $\Phi_{кс} = \eta_{кс} * 2\pi = 7 * 2 * 3{,}14 = 43{,}96$ рад)

На большой цилиндр

$$t_{б.ц} = T - t_{м.ц} - t_{кс} = 107{,}44 - 18{,}97 - 16{,}78 = 71{,}69\ c.$$

По расчетным и заданным значениям строится диаграмма изменения радиуса навивки для поднимающейся ветви каната (см. рис. 3.19) и аналогично — диаграмма изменения радиуса навивки для опускающейся ветви каната.

Линейная скорость движения подъемного сосуда $v = \omega R$, поэтому ее диаграмма для поднимающейся и опускающейся ветви получается

*При желании этого можно избежать. Если $\Phi_1 = \Phi_{м.ц}$, то окончание навивки каната на малый цилиндр совпадает с моментом окончания ускоренного вращения барабана.

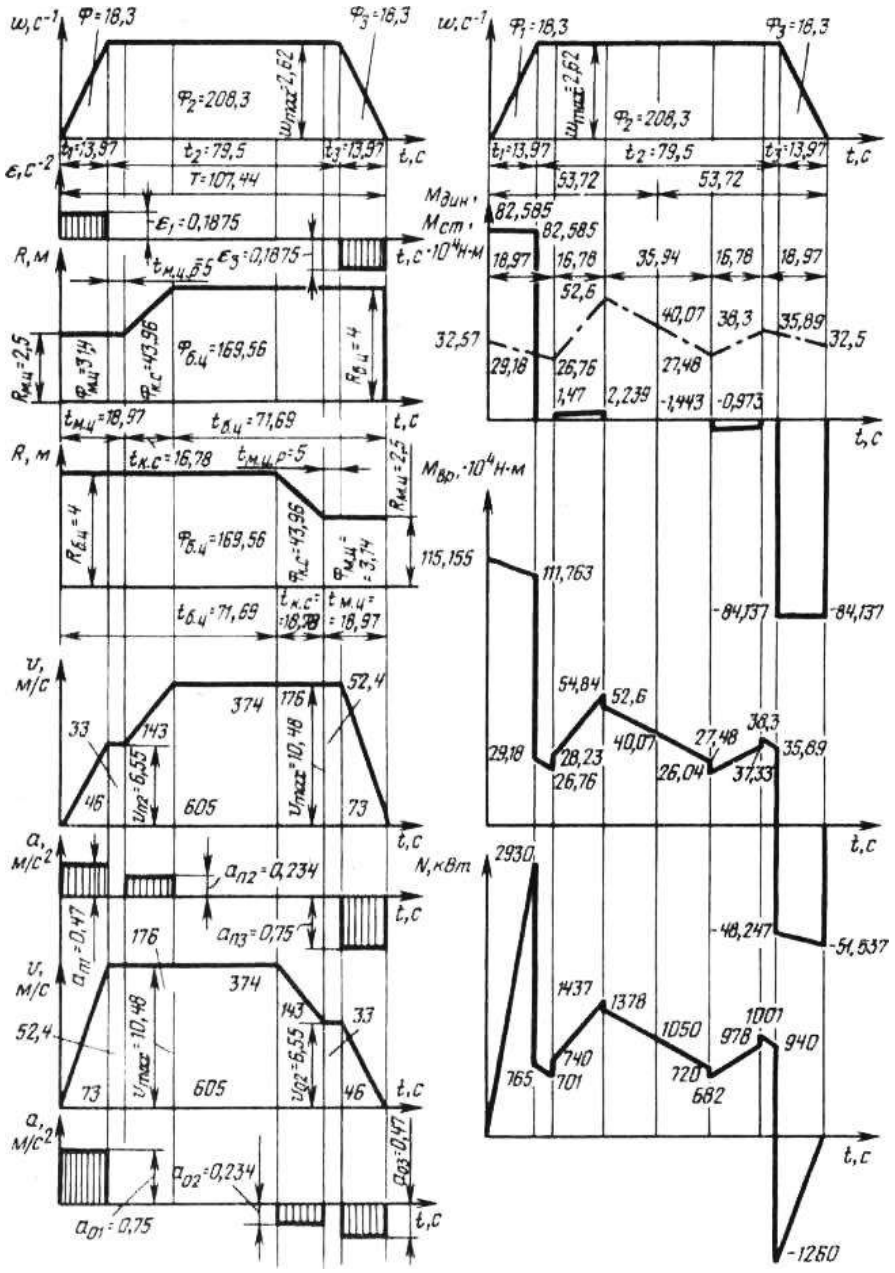


Рис. 3.19. Диаграммы к расчету подъемной системы с бицилиндроконическим барабаном (к примеру 3.47)

на основании диаграмм угловой скорости и изменения радиуса навивки путем перемножения ординат этих диаграмм.

Максимальная скорость клети

$$v_{max} = \omega_{max} R_{б.ц} = 2{,}62 * 4 = 10{,}48 \text{ м/с}.$$

Скорость в конце навивки каната на малый цилиндр (и в начале свивки каната с малого цилиндра)

$$v_{п2} = v_{о2} = \omega_{max} R_{м.ц} = 2{,}62 * 2{,}5 = 6{,}55 \text{ м/с}^2;$$

Линейные ускорения поднимающейся и опускающейся клетей при вращении барабана с $\varepsilon_1 = 0{,}1875$ с$^{-2}$:

$$a_{п2} = \epsilon_1 R_{м.ц} = 0{,}1875 * 2{,}5 = 0{,}47 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{о2} = \epsilon_1 R_{б.ц} = 0{,}1875 * 4 = 0{,}75 \text{ м/с}^2.$$

То же, поднимающейся при вращении барабана с $\omega_{max} = 2{,}62^{-1}$ и при навивке каната на конус

$$a_{п2} = \frac{\omega_{max}}{t_{кс}} \left(R_{б.ц} - R_{м.ц}\right) = \frac{2{,}62}{16{,}78} (4 - 2{,}5) = 0{,}234 \text{ м/с}^2$$

Линейные замедления поднимающейся и опускающейся клетей при вращении барабана с $\varepsilon_3 = -0{,}1875$ с$^{-2}$:

$$a_{п3} = \epsilon_3 R_{б.ц} = -0{,}1875 * 4 = -0{,}75 \text{ м/с}^2$$

$$a_{о3} = \epsilon_3 R_{м.ц} = -0{,}1875 * 2{,}5 = -0{,}47 \text{ м/с}^2$$

То же, опускающейся клети при вращении барабана с $\omega_{max} = = 2{,}62$ с$^{-1}$ и при свивке каната с конуса

$$a_{о2} = \frac{\omega_{max}}{t_{кс}} \left(R_{м.ц} - R_{б.ц}\right) = \frac{2{,}62}{16{,}78} (2{,}5 - 4) = -0{,}234 \text{ м/с}^2$$

Длина пути определяется как численное значение соответствующей площадки диаграммы линейных скоростей (см. рис. 3.19).

Длины путей поднимающейся клети за время вращения барабана с ε_1 и при вращении барабана с ω_{max} до окончания навивки каната на малый цилиндр:

$$h_{п1} = \frac{v_{п2} t_1}{2} = \frac{6{,}55 * 13{,}97}{2} = 46 \text{ м};$$

$h_{п2} = v_{п2} t_{м.ц.р} = 6{,}55 * 5 = 33$ м.

Следовательно, путь за время навивки каната на малый цилиндр

$h_{м.ц} = h_{п1} + h_{п2} = 46 + 33 = 79$ м.

Путь за время навивки каната на конус

$$h_{кс} = \frac{v_{п2} + v_{vax}}{2} t_{кс} = \frac{6{,}55 + 10{,}48}{2} 16{,}78 = 143 \text{ м}.$$

Путь за время вращения барабана с ω_{max} и $\varepsilon_з$:

$h_{п3} = v_{max} \left(T - t_{м.ц} - t_{кс} - t_З\right) = 10{,}48(107{,}44 - 18{,}97 -$

$-16{,}78 - 13{,}97) = 605$ м;

$$h_{п4} = \frac{v_{max}\, t_З}{2} = \frac{10{,}48 * 13{,}97}{2} = 73 \text{ м}.$$

Следовательно, путь за время навивки каната на большой цилиндр

$h_{б.ц} = h_{п3} + h_{п4} = 605 + 73 = 678$ м.

Полный путь подъема

$H = h_{м.ц} + h_{кс} + h_{б.ц} = 79 + 143 + 678 = 900$ м.

Опускающаяся клеть (аналогично поднимающейся) за время вращения барабана с ε_1 проходит путь $h_{о1}$ = 73 м со скоростью v_{max} $h_{о2}$ = 605 м. Следовательно, путь за время свивки каната с большого цилиндра $h_{б\,ц}$ = 678 м.

Путь за время свивки каната с конуса $h_{\ кс}$ = 143 м.

При свивке каната с малого цилиндра до начала вращения барабана с $\varepsilon_з$ путь $h_{о3}$ = 33 м, при вращении барабана с $\varepsilon_з$ $h_{о4}$ = 46 м. Следовательно, путь за время свивки каната с малого цилиндра $h_{м\,ц}$ = 79 м.

Полный путь подъема H = 900 м.

Подученные значения, совпадающие с заданными, нанесены на диаграммы линейных скоростей (см. рис. 3.19). Пути, пройденные поднимающейся и опускающейся клетями к моменту их встречи, определяют исходя из того, что встреча клетей произойдет в момент поворота барабана на половину полного угла, т.е. через Т/2 = 107,44/2 = 53,72 с после начала подъема.

На основании этого получаем (см. рис. 3.19) путь поднимающейся и опускающейся клетей к моменту встречи:

$$h_{\text{п.в}} = h_{\text{м.ц}} + h_{\text{кс}} + v_{vax}\left(\frac{T}{2} - t_{\text{м.ц}} - t_{\text{кс}}\right) =$$

$$= 79 + 143 + 10{,}48\left(\frac{107{,}55}{2} - 18{,}97 - 16{,}78\right) - 410{,}5 \text{ м};$$

Рис. 3.20. Схема к динамическому уравнению подъемной системы с органами навивки переменного радиуса

$$h_{\text{о.в}} = h_{o1} + v_{max}\left(\frac{T}{2} - t_1\right) = 73 + 10{,}48\left(\frac{107{,}44}{2} - 13{,}97\right) = 487{,}5 \text{ м}.$$

2. Динамика. Основное динамическое уравнение подъемной установки с бицилиндроконическим барабаном (рис. 3.20)

$$M_{\text{вр}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{дин}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{д.вр}} + M_{\text{д.п}} + M_{\text{д.о}} \qquad (3.84)$$

В этом выражении для удобства расчетов динамический момент представлен суммой динамического момента вращающихся частей $M_{вр}$, который зависит от углового ускорения ε_1 и замедления ε_3, и динамических моментов поступательно движущихся частей, поднимающейся $M_{\text{д.п}}$ и опускающейся $M_{\text{д.о}}$ ветвей, зависящих т линейных ускорении и замедления a каждой из ветвей каната.

Статический момент подъемной системы — разность статических моментов поднимающейся и опускающейся ветвей каната:

$$M_{\text{ст}} = M_{\text{ст.п}} - M_{\text{ст.о}} = [Q_{\text{п}} + Q_{\text{с}} + \frac{k-1}{2}Q_{\text{п}} + (H - 2h_{\text{хп}})p] \cdot$$

$$\cdot gR_{\text{п}} - \left(Q_{\text{с}} - \frac{k-1}{2}Q_{\text{п}} + h_{\text{хо}}p\right)gR_{\text{о}} =$$

$$= \left[8500 + 8460 + \frac{1{,}2-1}{2}8500 - (900 - h_{\text{хп}})8{,}496\right]9{,}81 \cdot$$

$$\cdot R_{\text{п}} - 8460 - \frac{1{,}2-1}{2}8500 + h_{\text{хо}}8{,}496)9{,}81R_{\text{о}},$$

Таблица 3.1

Характерные точки на диаграмме линейной скорости	Время от начала подъема, с	$h_{х.п}$, м	$R_п$, м	$H_{хо}$, м	$R_о$, м	$M_{ст}$, Н·м
Начало подъема	0	0	2,5	0	4	325700
Конец ускоренного вращения	13,97	46	2,5	73	4	291800
Начало навивки на конус	18,97	79	2,5	125	4	267600
Момент встречи клетей	35,75	222	4	301	4	526000
Начало свивки с конуса	53,72	410,5	4	489,5	4	400700
Конец свивки с конуса	71,69	599	4	678	4	274800
Начало замедленного вращения	88,47	775	4	821	2,5	383900
Конец подъема	93,47	827	4	854	2,5	325000

Примечания.1. Числовые значения длин путей $h_{хп}$ и $h_{хо}$, пройденных поднимающейся и опускающейся клетями, берутся как числовые значения соответствующих площадок из диаграммы линейных скоростей поднимающейся и опускающейся клетей.

2. Радиусы навивки $R_п$ и $R_о$ соответственно поднимающейся и опускающейся ветвей взяты из диаграммы изменения радиусов (рис. 3.19).

3. При встрече клетей барабан поворачивается на половину полного угла поворота, оба отвеса каната в стволе равны и навивка ветвей происходит на один и тот же радиус (в данном примере — на большой). Здесь $M_{ст}=kQ_пgR_{б.ц}$ = 1,2 • 8500 • 9,81 • 4 =400700 Н . м.

после упрощения имеем

$$M_{\text{ст}} = (249730 - 83{,}3h_{\text{х.п}})R_{\text{п}} - (74650 + 83{,}3h_{\text{хо}})R_{\text{о}}.$$

Подставляя в последнее выражение значения $h_{\text{хп}}, h_{\text{хо}}$, $R_{\text{п}}$ и $R_{\text{о}}$, соответствующие характерным точкам диаграммы линейных скоростей, находим $M_{\text{ст}}$ Результаты расчетов сведены в табл. 3.1.

Динамический момент (Н • м) вращающихся частей подъемной системы

$$M_{\text{д.вр}} = \left(I_{\text{п.к}} + I_{\text{о.к}} + I_{\text{н}} + I_{\text{п}} + I_{\text{р}}\right)\epsilon \qquad (3.86)$$

Здесь динамические моменты инерции, поднимающейся $I_{\text{п.к}}$ и опускающейся $I_{\text{о.к}}$ ветвей каната определяются в любой момент времени с учетом моментов инерции витков, уложившихся на цилиндре $I_{\text{ц}}$ и конусе $I_{\text{кс}}$:

$$I_{\text{ц}} = ph_{\text{ц}}R^2; \qquad (3.87)$$

$$I_{\text{кс}} = ph_{\text{кс}}\frac{R_{\text{н}}^2 - R_{\text{к}}^2}{2}. \qquad (3.88)$$

Динамический момент инерции машины принимаем

$I_{\text{н}} = 3700000\ \text{кг/м}^2$

Ориентировочная мощность двигателя по формуле (3.77)

$$N_{\text{ор}} = \frac{kQ_{\text{п}}H_g}{1000T\eta_{\text{п}}}p = \frac{1{,}2 * 8500 * 900 * 9{,}81}{1000 * 107{,}44 * 1}1{,}6 = 1340\ \text{кВт}.$$

Принимаем двигатель постоянного тока П26-65-4К мощностью N = 1480 кВт с n = 25 об/мин и динамическим моментом инерции $I_{\text{р}}$ = 270000 кг • м^2.

Подъёмная машина безредукторная, поэтому динамический момент инерции передачи $I_{\text{п}}$ = 0.

Таким образом, для данного примера по формуле (3.86)

$$M_{\text{д.вр}} = (I_{\text{п.к}} + I_{\text{о.к}} + 3700000 + 270000)0{,}1875 =$$

$$= I_{\text{п.к}} + I_{\text{о.к}} + 3970000)0{,}1875.$$

Динамический момент (Н • м) поднимающейся ветви каната

$$M_{\text{д.п}} = [Q_{\text{п}} + Q_{\text{с}} + p(H - h_{\text{хп}}) + m'_{\text{н.ш}}]a_{\text{п}}R_{\text{п}}, \qquad (3.89)$$

где m'$_{\text{н.ш}}$ — приведенная масса направляющего шкива, кг.

$$M_{\text{д.п}} = [8500 + 8460 + 8{,}497(900 - h_{\text{хп}}) + 1200]a_{\text{п}}R_{\text{п}} =$$

$= (25800 - 8{,}496h_{\text{х.п}})a_{\text{п}}R_{\text{п}}$

То же, опускающейся ветви каната

$$M_{\text{д.о}} = (Q_{\text{с}} + ph_{\text{хо}} + m'_{\text{н.ш}})a_{\text{о}}R_{\text{о}} \qquad (3.90)$$

т. е. $M_{\text{д.о}} = (8460 + 8{,}496h_{\text{хо}} + 1200)a_{\text{о}}R_{\text{о}} =$

$= (9660 + 8{,}496h_{\text{хо}})a_{\text{о}}R_{\text{о}}$.

С помощью этих выражений определены значения $M_{\text{д.вр}}$, а также $M_{д.п}$, $M_{\text{д .о}}$ в характерных точках диаграммы линейной скорости. Результаты расчетов сведены в табл. 3.2.

По данным последних граф табл. 3.2 (см. рис. 3.19) построена диаграмма динамического момента (сплошная линия).

Таблица 3.2

Характерные точки на диаграмме линеной скорости	Время от начала подъема, с	$I_{\text{п.к}}$, кг/м^2	$I_{\text{о.к}}$, кг/м^2	$M_{\text{д.вр}}$, Н·м	$H_{\text{х п}}$, м	$R_{\text{п}}$, м
Начало подъема	0	4195	114070	766550	0	2,5
Конец ускоренного вращения	13,97	6638	104147	765150	46	2,5
Начало навивки на конус	18,97	-	-	-	79	2,5
Конец навивки на конус	35,75	-	-	-	222	4
Момент встречи клетей	53,72	Динамические моменты равны нулю, так				
Начало свивки с конуса	71,69	-	-	-	599	4
Конец	88,47	-	-	-	77	4

свивки с конуса					5	
Начало замед-ленного враще-ния	93,47	104147	6638	-765150	821	4
Конец подъема	107,44	114070	4195	-766550	900	4

Примечания 1. $I_{п.к}$ и $I_{о.к}$ поднимающейся и опускающейся ветвей определены помимо рабочей ветви каната, дополнительно находилось 79 м каната.

2. Значения $b_{хп}$ и $h_{хо}$, $R_п$ и $R_о$ см. в табл. 3.1.

Суммируя ординаты диаграмм статического и динамического моментов, получаем диаграмму изменения вращающего момента $M_{вр}$ подъемного двигателя относительно оси вращения барабана. Значения $M_{вр} = M_{ст} + М_{дин}$ приведены в табл. 3.3.

На основании диаграмм угловой скорости и вращающего момента находят значения мощности (кВт) на валу двигателя в характерных точках диаграмм линейной скорости:

$$N_х = \frac{M_{врх}\omega_х}{1000\eta_п} \qquad (3.91)$$

Полученные значения даны в табл. 3.3, диаграмма мощности — на рис. 3.19.

3.48. Определить ускорение $a_п$ поднимающейся и замедление $a_о$ опускающейся клетей при навивке каната на конус бицилиндроконического барабана и свивке с конуса во время вращения барабана с максимальной угловой скоростью $\omega_{max} = 3{,}6$ с$^{-1}$, если продолжительность навивки $t_{кс} = 20$ с, а радиусы малого и большого цилиндров барабана соответственно $R_{м.ц} = 2{,}5$м и $R_{б.ц} = 4$м.

$a_п$, м/с^2	$M_{д.п}$, Н·м	$H_{хо}$, м	$R_о$, м	$A_о$, м/с^2	$M_{д.о}$, Н·м	$M_{дин}$, Н·м
0,47	30320	0	4	0,75	28980	825850
0,47	29860	73	4	0,75	30840	825850
0,234	14700	125	4	0	0	14700
0,234	22390	301	4	0	0	22390
Как ω = const и R = const						
0	0	678	4	-0,234	-14430	-14430
0	0	821	2,5	-0,234	-9730	-9730
-0,75	-56340	854	2,5	-0,47	-19880	-841370
-0,75	-56380	900	2,5	-0,47	-20340	-841370

по формулам (3.87) и (3.88) при предположении, что на каждом малом цилинд смотренного для образования витков трения.

3. $э_п$ и a_o ускорения поднимающейся и опускающейся клетей см. по.

Решение. Ускорение поднимающейся и замедление опускающейся клетей при навивке (свивке) каната на конус (с конуса) во время вращения барабана с ω_{max} барабана.

$$a_п = \frac{\omega_{max}}{t_{кс}}\left(R_{б.ц} - R_{м.ц}\right) = \frac{3{,}6}{20}(4 - 2{,}5) = 0{,}27 \text{ м/с}^2;$$

$$a_о = \frac{\omega_{max}}{t_{кс}}\left(R_{м.ц} - R_{б.ц}\right) = \frac{3{,}6}{20}(2{,}5 - 4) = -0{,}27 \text{ м/с}^2$$

3.49. Определить путь $h_{к.с}$, пройденный подъемным сосудом за время навивки каната на конус при вращении бицилиндроконического барабана с $\omega_{max} = 4$ с$^{-1}$ если радиусы малого цилиндра барабана и большого соответственно $R_{м\,ц} = 2{,}5$ м и $R_{б.ц} = 4{,}5$ м, а время навивки каната на конус $t_{кс} = 20$ с.

Решение. Путь (м), пройденный сосудом за время навивки каната,

$$h_{кс} = \frac{v_{п2} + v_m}{2} t_{кс}.$$

Таблица 3.3

Характерные точки на диаграмме линеной скорости	Время от начала подъема, с	$M_{ст}$, Н·м	$M_{дин}$, Н·м	$M_{вр}$, Н·м	ω, $с^{-1}$	N, кВт
Начало подъема	0	325700	825850	1151550	0	0
Конец ускоренного вращения	13,97	291800	825850	1117650	2,62	2930
Начало навивки на конус	18,97	267600	14700	282300	2,62	740
Конец навивки на конус	35,75	526000	22390	548400	2,62	1437
Момент встречи клетей	53,72	400700	0	400700	2,62	1050
Начало свивки с конуса	71,69	274800	-14430	260400	2,62	682
Конец свивки с конуса	88,47	383000	-8730	373300	2,62	978
Начало замедленного вращения	93,47	358900	-841370	-482270		-2,62
Конец подъема	107,44	325000	-841370	-510370	0	0

Учитывая, что $v_{п2} = \omega_{max} R_{м.ц}, v_{max} = \omega_{max} R_{б.ц}$,

Получим

$$h_{кс} = \frac{\omega_{max}\,(R_{м.ц} + R_{б.ц})}{2} t_{кс} = \frac{4(2{,}5 + 4{,}5)}{2} = 240 \text{ м.}$$

3.50. Определить максимальную скорость v_{max} клетей при системе с бицилиндроконическим барабаном, если на барабане при положении клети у верхней приемной площадки находится $n_в$ = 40 витков рабочего каната. Диаметр большого цилиндра барабана $R_{б\,ц}$ = 9 м, ускорение опускающейся клети a_1 = 0,75 м/с^2. замедление поднимающейся a_3 = 0,75 м/с^2. Продолжительность движения клетей T = 95 с.

Решение. Так как $a_1 = a_3 = 0{,}75$ м/с^2, то угловое ускорение и замедление барабана

$$\epsilon_1 = \epsilon_3 = a_1/R_{б.ц} = a_3/R_{м.ц} = 0{,}75/4{,}5 = 0{,}167\ c^{-2};$$

Модуль угловых ускорений по формуле (3.82)

$$\epsilon_м = \frac{0{,}167 * 0{,}167}{0{,}167 + 0{,}167} = 0{,}0835\ c^{-2}.$$

Угол поворота барабана за время одной подъемной операции

$$Ф = n_в 2\pi = 40 * 2 * 3 * 3{,}14 = 251{,}2 \text{ рад.}$$

Максимальная угловая скорость барабана

$$\omega_{max} = \epsilon_м T\sqrt{(\epsilon_м T)^2 - 2\epsilon_м Ф} =$$

$$= 0{,}0835 * 95 - \sqrt{(0{,}0835 * 95)^2 - 2 * 0{,}0835 * 251{,}2} = 3{,}35c^{-1}.$$

Максимальная скорость клети

$$v_{max} = \omega_{max} R_{б.ц} = 3{,}35 * 4{,}5 = 15{,}08 \text{ м/с}$$

3.51. Определить путь $h_{п1}$ поднимающейся и $h_{о1}$ опускающейся клетей за время вращения бицилиндроконического барабана с ускорением ε_1 = 0,208 с$^{-2}$ при навивке каната на малый цилиндр радиусом $R_{м.ц}$ = 2,5 м и свивке с большого цилиндра барабана радиусом $R_{б.\,ц}$ = = 4 м. Максимальная угловая скорость барабана ω_{max} = 2,43 с$^{-1}$.

Решение. Продолжительность ускоренного вращения барабана

$$t_1 = \omega_{max}/\epsilon_1 = 2{,}43/0{,}208 = 11{,}68 \text{ с.}$$

Путь поднимающейся и опускающейся клетей за время ускоренного вращения барабана:

$$h_{п1} = \frac{\omega_{max} R_{м.ц} t_1}{2} = \frac{2{,}43 * 2{,}5 * 11{,}68}{2} = 35{,}48 \text{ м;}$$

$$h_{o1} = \frac{\omega_{max} R_{б.ц} t_1}{2} = \frac{2{,}43 * 4 * 11{,}68}{2} = 66{,}77 \text{ м};$$

§ 6. МОЩНОСТЬ ПОДЪЕМНОГО ДВИГАТЕЛЯ,

РАСХОД ЭНЕРГИИ, К.П.Д УСТАНОВКИ И МАШИНЫ

Примеры расчета

3.52.По данным рис. 3.21 определить мощность подъемного двигателя, расход энергии и к.п.д. клетевой установки и подъемной машины. Известно также, что $v_{max} = 10$ м/с, $H = 730$ м, $t_п = 50$ с, $Q_п = 5000$ кг, собственная масса клети без массы вагонеток $Q_с = 4700$ кг, к.п.д. передачи $\eta_п = 0{,}94$.

Решение. Эквивалентное движущее усилие (Н) — абстрактное усилие, постоянное по значению, действующее беспрерывно (включая и паузу между движениями) и вызывающее такой же нагрев двигателей,

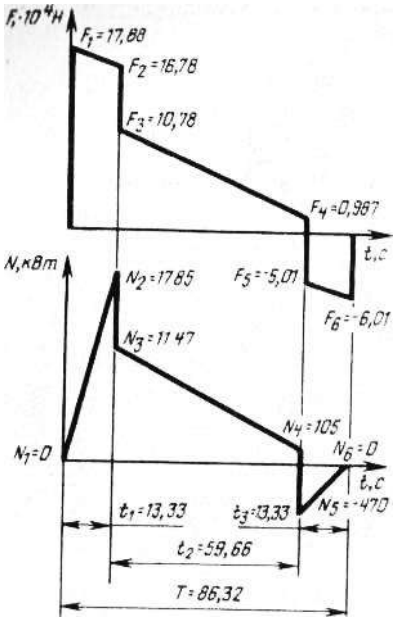


Рис. 3.21. Диаграммы к расчету клетевой установки и подъемной машины (к примеру 3.52)

как и фактические движущие усилия, определяется по формуле

$$F_{экв} = \sqrt{\frac{\sum F^2 t}{T_п'}}, \qquad (3.92)$$

где $T_п' < T_п$ знаменатель подкоренного выражения, учитывающий ухудшение охлаждения двигателя во время ускоренного $t_{у.д}$ и замедленного $t_{з.д}$ движений и паузы $t_п$ между движениями

$$T_п = k_{у.д}\left(t_{у.д} + t_{з.д}\right) + t_2 + k_п + t_п. \qquad (3.93)$$

По данным акад. М.М. Федорова, $k_{\text{у д}} = 1$; $\kappa_п = 0{,}33$; по данным Харьковского ордена Ленина электромеханического завода (ХЭМЗ), $k_{\text{у.д}} = 0.5$; $\kappa_п = 0{,}25$.

На основании формулы (3.92) применительно к рис. 3.21

$$F_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{(F_1^2 + F_1F_2 + F_2^2)\frac{t_1}{3} + (F_3^2 + F_3F_4 + F_4^2)\frac{t_2}{3}(F_5^2 + F_5F_6 + F_6^2)\frac{t_3}{3}}{T_{\text{п}}'}}$$

Отрицательные движущие усилия при механическом торможении в подкоренную часть выражения (3.94) не вносятся, так как они не способствуют нагреванию двигателя. При динамическом торможении, которое по ПБ обязательно для людских и грузолюдских установок, отрицательные усилия должны быть вынесены в подкоренную часть выражения (3.94):

$$F_{\text{экв}} = 10^4\sqrt{\frac{(17{,}18^2 + 17{,}88 \cdot 16{,}78^2)\frac{13{,}33}{3} + (10{,}78^2 +}{86{,}32 + 0{,}33 \cdot 50}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{+10{,}78 \cdot 0{,}987 + 0{,}987^2)\frac{59{,}66}{3} + (5{,}01^2 + 5{,}01 \cdot 6{,}01 +}{} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{6{,}01^2)\frac{13{,}33}{3}}{} = 8{,}22 \cdot 10^4\text{Н}.$$

При малой разнице между F_1 и F_2 и сравнительно малом значении t_1 вместо $(F^2{}_1 + F_1F_2 + F^2{}_2)\, t_1/3$ можно принимать $(F^2{}_1 + F^2{}_2)\, t_1/2$.

Коэффициент перегруза двигателя при подъеме

Поэтому

$$F_{\text{экв}} = F_{max}\,/F_{\text{под}} = 17{,}88 \cdot 10^4/1{,}8 = 9{,}93 \cdot 10^4\text{Н}$$

$$k_{\text{под}} = F_{max}\,/F_{\text{экв}}, \qquad (3.95)$$

т. е. $k_{\text{под}} = \dfrac{17{,}88 \cdot 10^4}{8{,}22 \cdot 10^4} = 2{,}16,$

что недопустимо, так как при асинхронном двигателе $k_{\text{под}} < 1{,}8$, при двигателе постоянного тока $k_{\text{под}} < 2$.

Коэффициент перегруза от экстренных усилий (при маневрах)

$$k_{\text{экс}} = F_{\text{экс}\,max}\,/F_{\text{экс}}. \qquad (3.96)$$

При асинхронных двигателях $k_{\text{экс}}$ <2, при двигателе постоянного тока $k_{\text{экс}}$<2,2.

Значение $F_{\text{экс max}}$ зависит от оборудования приемных площадок кулаками или качающимися площадками.

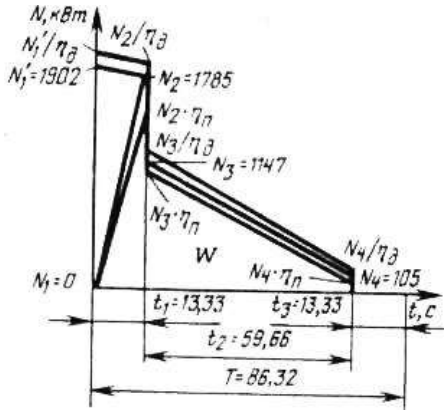
При подъеме верхней груженой клети, когда нижняя стоит на кулаках,

$$F_{\text{экс}} = \left(Q_{\text{с}} + \left(1 + \frac{k-1}{2}\right) Q_{\text{т}} + (q-p)H\right) g. \qquad (3.97)$$

При удлинении каната, когда нижняя клеть с порожними вагонетками поднимается, а верхняя стоит на кулаках.

$$F''_{\text{экс}} = \left(Q_{\text{с}} + \frac{k-1}{2} Q_{\text{т}} + pH\right) g. \qquad (3.98)$$

Рис. 3.22. Диаграмма расхода энергии (к примеру 3.52)



При отсутствии или наличии кулаков только на верхней приемной площадке, а внизу качающейся площадки и при подъеме нижней клети массой Q' без вагонеток (при регулировке канатов)

$$F_{\text{экс}} = \left(Q'_{\text{с}} + \frac{k-1}{2} Q_{\text{п}} + pH\right) g \qquad (3.99)$$

Для данного примера принимаем установку качающихся площадок, тогда

$$F_{\text{экс}} = \left(4700 + \frac{1{,}2-1}{2} 5000 + 8{,}37 \cdot 730\right) 9{,}81 = 11{,}1 \cdot 10^4 \text{Н};$$

$$k_{\text{экс}} = F_{\text{экс}}/F_{\text{экв}} = 11{,}1 \cdot 10^4/9{,}93 \cdot 10^4 = 1{,}12,$$

что для асинхронного двигателя допустимо.

Мощность подъемного двигателя

$$N = \frac{9{,}93 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000\eta_{\text{п}}}, \qquad (3.100)$$

т. е. $N = \frac{9{,}93 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94}$ 1056кВт.

Учитывая тяжелые условия работы подъемного двигателя, мощность его выбирают по каталогу на 10—15 % больше расчетной.

Диаграмма расхода энергии для данного примера показана на рис. 3.22.

Мощность, затрачиваемая в реостате асинхронного двигателя, в начале подъема

$$N_1 = \frac{F_1 v_{max}}{1000\eta_{\text{п}}}, \qquad (3.101)$$

т. е. $N_1 = \frac{17{,}88 \cdot 10^4 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 1902$кВт.

То же, в конце подъема при положительном значении F_6.

$$N_6 = \frac{F_6 v_{max}}{1000\eta_{\text{п}}}. \qquad (3.102)$$

Расход энергии (кВт • ч) за одну подъемную операцию при положительных усилиях во время замедленного движения

$$W = \frac{N_1 + N_2}{2} t_1 + \frac{N_3 N_4}{2} t_2 + \frac{N_5 N_6}{2} t_3 . \qquad (3.103)$$

При отрицательных усилиях и механическом торможении расход энергии двигателем во время замедленного движения равен нулю, а при динамическом торможении

$$W_{\text{д.т}} = N_5 t_3 / 2. \qquad (3.104)$$

Расход энергии при торможении и выполнении маневров ниже учитывается коэффициентом $k_{\text{м.т}} = 1{,}03 \div 1{,}05$.

Расход энергии без потерь в двигателе

$$W = \frac{1902 + 1785}{2} 13{,}33 + \frac{1147 + 105}{2} 59{,}66 = 51920\text{кВт} \cdot \text{ч}.$$

При двигателе постоянного тока в связи с отсутствием потерь в реостате расход энергии находят по площади диаграммы мощности на валу барабана и с учетом к.п.д. подъемного двигателя ($\eta_{\text{д}} \approx 0{,}9$), двигателя преобразователь-

ной группы ($\eta_{д.п} \approx 0{,}9$), возбуждения ($\eta_в \approx 0{,}97$), электрической сети ($\eta_с \approx$ $\approx 0{,}95$).

Для определения потерь в передаче определяют мощность на валу барабана: для конца ускоренного движения N_2 $\eta_п$, для начала равномерного движения N_3 $\eta_п$ и т.д.

Для расчета потерь в двигателе находят потребляемую мощность на его зажимах: во время ускоренного движения $\frac{N_1}{\eta_д}$ и $\frac{N_1}{\eta_д}$ для начала равномерного движения $\frac{N_3}{\eta_д}$ и т.д.

Следовательно, во время ускоренного движения: пл. $N_1 - N'_1 - N_2 - N_1$ - потери в реостате; пл. $N_1 - N'_1 - N_2\eta - N_1$ - потери в передаче; пл. $N'_1 - N'/\eta_д - N^2/\ \eta_д - N_2 - N'_1$ - потери в двигателе; во время равномерного движения в зубчатой передаче — пл. $N_3 - N_4 - N_4\eta_п - N_3\eta_п - N_3$, в двигателе — пл. $N_3 - N_3/\eta_д - N_4/\eta_д - N_4 - N_3$.

Расход энергии (кВт • ч/т) подъемной установкой на шинах электроподстанции на подъем полезной массы в 1 т

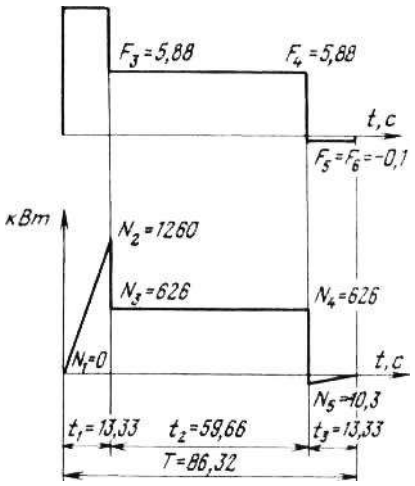


Рис. 3.23. Диаграмма к расчету клетевой установки и подъемной системы (к примеру 3.53)

$$W = \frac{k_{м.т}1000W}{360\eta_д\eta_с Q_п} = \frac{k_{м.т}W}{3{,}6\eta_д\eta_с Q_п}. \qquad (3.105)$$

Принимаем коэффициент, учитывающий расход энергии на маневры и торможение, $k_{м.т}$ = 1,03, к.п.д. двигателя $\eta_д$ = 0,92, к.п.д. электросети $\eta_с$ =

=0,95.

$$W_{\text{т}} = \frac{1{,}03 \cdot 61920}{3{,}6 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 \cdot 5000} = 4{,}05\text{кВт} \cdot \text{ч/т}.$$

К.п.д. подъемной установки без учета потерь в электросети

$$\eta_{\text{у}} = \frac{0{,}00272H}{W\eta_{\text{с}}}, \qquad (3.106)$$

т. е. $\eta_{\text{у}} = \frac{0{,}00272 \cdot 730}{4{,}05 \cdot 0{,}95} = 0{,}506.$

К.п.д. подъемной машины

$$\eta_{\text{маш}} = k\eta_{\text{у}}, \qquad (3.107)$$

т.е. $\eta_{\text{маш}} = 1{,}2 \cdot 0{,}516 = 0{,}62.$

3.53. По данным рис. 3.23 определить мощность подъемного двигателя, расход энергии и к.п.д. клетевой установки и подъемной машины, если $v_{\max}$ = 10 м/с, H = 730 м, $t_{\text{п}}$ = 50 с, полезная масса клети $Q_{\text{п}}$ = 5000 кг, собственная масса клети и вагонеток $Q_{\text{с}}$ = 5720 кг, p = 8,37 кг/м. $\eta_{\text{п}}$ = 0,94.

Решение. Эквивалентное движущее усилие по формуле (3.92)

$$F_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{F_1^2 t_1 + F_3^2 t_2 + F_5^2 t_3}{T + 0{,}33t_{\text{п}}}} =$$

$$= 10^4 \sqrt{\frac{11{,}88^2 \cdot 13{,}33 + 5{,}88^2 \cdot 59{,}66 + 0{,}1^2 \cdot 13{,}33}{86{,}32 + 0{,}33 \cdot 50}} = 6{,}1910^4 H.$$

Коэффициент перегруза двигателя при подъеме

$$k_{\text{под}} = \frac{F_{max}}{F_{\text{экв}}} = \frac{11{,}88 \cdot 10^4}{6{,}19 \cdot 10^4} = 1{,}92,$$

что недопустимо, поэтому

$$F_{\text{экв}} = F_{max} / F_{\text{под}} = 11{,}88 \cdot 10^4 / 1{,}8 = 6{,}6 \cdot 10^4 H.$$

Экстренное усилие (маневры) при кулаках по формулам (3.97) и (3.98).

$$F'_{\text{экс}} = \left(Q_{\text{экс}}\left(1 + \frac{k-1}{2}\right)Q_{\text{п}} + (q-p)H\right)g =$$

$$= \left(5720 + \left(1 + \frac{1{,}2-1}{2}\right)5000\right)9{,}81 = 11 \cdot 10^4 H;$$

$$F''_{\text{экс}} = \left(Q_{\text{с}} + \frac{k-1}{2}Q_{\text{п}} + pH\right)g = \left(5720 + \frac{1{,}2}{2}5000 + 8{,}37 \cdot 730\right)9{,}81 =$$

$$= 12{,}1 \cdot 10^4 H.$$

Коэффициент перегруза от экстренного усилия

$$k_{\text{экс}} = \frac{1{,}21 \cdot 10^4}{6{,}6 \cdot 10^4} = 1{,}83,$$

что для асинхронного двигателя допустимо.

Мощность подъемного двигателя по формуле (3.100)

$$N = \frac{F_{\text{экв}} v_{max}}{1000\eta_{\text{п}}} = \frac{6{,}6 \cdot 10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 0{,}94} = 702\text{кВт}.$$

Двигатель выбирается по каталогу.

Расход энергии за одну подъемную операцию

$$W = N_2 t_1 + N_3 t_2 = 1260 \cdot 13{,}33 \cdot 626 \cdot 59{,}66 = 54140\text{кВт} \cdot \text{с}$$

Расход энергии подъемной установкой на шинах электроподстанции на подъем 1 т полезной массы

$$W_{\text{т}} = \frac{k_{\text{м.т}}}{3{,}6\eta_{\text{д}}\eta_{\text{с}}Q_{\text{п}}} = \frac{1{,}03 \cdot 54140}{3{,}6 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 \cdot 5000} = 3{,}54\text{кВт} \cdot \text{ч/т}.$$

На диаграмме (рис. 3.24) расхода энергии для данного примера показано, что потери в реостате во время ускоренного движения — пл. $N_1 - N'_1 - N_2 - N_1$, в зубчатой передаче — пл. N_1 — N_2 — $N_2\eta_{\text{п}}$ — N_1, в двигателе — пл. N'_1 — $N'_1/\eta_{\text{д}}$ — $N_2/\eta_{\text{д}}$ — $N_2 - N'_1$, во время равномерного движения в передаче — пл. N_3 — N_4 —$N_4\eta_{\text{п}}$—$N_3\eta_{\text{п}}$— N_3, в двигателе — пл. $N_3 - N_3/\eta_{\text{д}} - N_4/\eta_{\text{д}} - N_4 - N_3$.

К.п.д. установки

$$\eta_{\text{у}} = \frac{0{,}00272}{W_{\text{т}}\eta_{\text{с}}} = \frac{0{,}00272 \cdot 730}{3{,}54 \cdot 0{,}95} = 0{,}59.$$

К.п.д. подъемной машины

$$\eta_{\text{маш}} = k\eta_{\text{у}} = 1{,}2 \cdot 0{,}59 = 0{,}708.$$

3.54. По данным рис. 3.25 определить мощность двигателя, расход энергии и к.п.д. скиповой установки и подъемной машины, если: v_{max} = 7,23 м/с; $t_{\text{п}}$ = 10 с; H = 550 м; полезная масса скипа $Q_{\text{п}}$ = 8500 кг; собственная $Q_{\text{с}}$ = 8460 кг; p = 8,466 кг/м; η_n = 0,93; скорость входа и выхода ролика скипа из

разгрузочных кривых $v' = v''$= 1,1 м/с.

Решение. 1. Эквивалентное усилие по формуле (3.92)

$$F_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{(F_1^2 + F_2^2)\frac{t}{2} + (F_3^2 + F_4^2)\frac{t_1}{2} + (F_5^2 + F_6F_{6+}F_6^2)\frac{t_2}{3} + (F_9^2 + F_{10}^2)\frac{t'}{2}}{T + 0.33t_{\text{п}}}}$$

Отрицательные усилия F_7 = —2,15 • 10^4Н и F_8 = —2,72 • 10^4Н в подкоренное выражение не поставлены, так как при механическом торможении, предусматриваемом для данного скипового подъема, они не

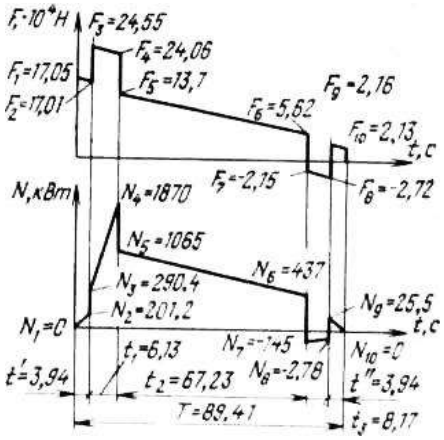


Рис. 3.24. Диаграмма расхода энергии (к примеру 3.53)

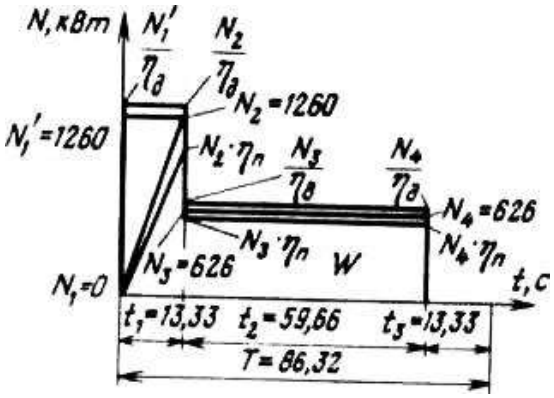


Рис 3.25.Диаграммы к расчету скиповой установки и подъемной машины (к примеру 3.54

способствуют нагреванию двигателя, поэтому

$$F_{\text{экс}} = \sqrt{\frac{(17{,}02^2 + 17{,}01^2)\frac{3{,}94}{2} + (24{,}55^2 + 24{,}06^2)\frac{6{,}13}{2}}{89{,}41 + 0{,}33 \cdot 10}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{(13{,}7^2 + 13{,}7 \cdot 5{,}62 + 5{,}62^2)\frac{67{,}23}{3} + (2{,}16^2 + 2{,}13^2)\frac{3{,}94}{2}}{} =$$

$$= 11{,}1 \cdot 10^4 H.$$

Коэффициент перегруза двигателя при подъеме по формуле (3.95)

$$k_{\text{под}} = \frac{24{,}55 \cdot 10^4}{11{,}1 \cdot 10^4} = 2{,}21.$$

что недопустимо, так как при асинхронном двигателе $k_{\text{под}}$ < 1,8. Поэтому принимаем

$$F_{\text{экв}} = F_{max}\,/1{,}8 = 24{,}55 \cdot 10^4 H.$$

Коэффициент перегруза от экстренного усилия, возникающего при регулировании длины каната, по формуле (3.96)

$$k_{\text{экс}} = \frac{13{,}49 \cdot 10^4}{13{,}64 \cdot 10^4} = 0{,}99.$$

а по формуле (3.99)

$$F_{\text{экс}} = \left(8460 + \frac{1{,}15 - 1}{2} 8500 + 8{,}466 \cdot 550\right) 9{,}81 = 13{,}49 \cdot 10^4 H.$$

Мощности, потребляемые из сети, без учета потерь в двигателе:

$$N_1' = \frac{17{,}05 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23}{1000 \cdot 0{,}93} = 1326\text{кВт};$$

$$N_2' = \frac{17{,}01 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23}{1000 \cdot 0{,}93} = 1322\text{кВт};$$

$$N_9' = \frac{24{,}55 \cdot 10^4 \cdot 7{,}32}{1000 \cdot 0{,}93} = 1909\text{кВт};$$

$$N_9' = \frac{2{,}16 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23}{1000 \cdot 0{,}93} = 168\text{кВт};$$

$$N_{10}' = \frac{2{,}13 \cdot 10^4 \cdot 7{,}23}{1000 \cdot 0{,}93} = 166\text{кВт};$$

Расход энергии на одну подъемную операцию на основании формулы (3.103)

$$W = \frac{N_1' + N_2'}{2} t' + \frac{N_3' + N_4'}{2} t_1' + \frac{N_5 + N_6}{2} t_2' + \frac{N_9' + N_{10}'}{2} =$$

$$= \frac{1326 + 1322}{2} 3{,}94 + \frac{1909 + 1870}{2} 6{,}13 + \frac{1065 + 437}{2} 67{,}23 +$$

$$+ \frac{168 + 168}{2} 3{,}94 = 67947\text{кВт} \cdot \text{с}.$$

Расход энергии на 1 т груза по формуле (3.105)

$$W_{\text{т}} = \frac{1{,}03 \cdot 67947}{3{,}6 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}95 \cdot 8500} = 2{,}62\text{кВт} \cdot \text{ч/т}$$

К.п.д. установки по формуле (3.106)

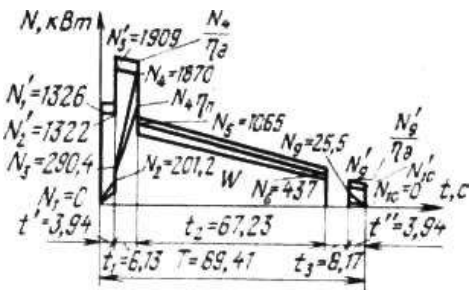
$$\eta_{\text{у}} = \frac{0{,}002273550}{2{,}62 \cdot 0{,}95} = 0{,}6.$$

К.п.д. машины по формуле (3.107)

$$\eta_{\text{маш}} = 1{,}15 \cdot 0{,}6 = 0{,}69.$$

Диаграмма расхода энергии для данного примера показана на рис. 3.26.

Рис. 3.26. Диаграмма расхода Энергии (к примеру 3.54)



Задачи

3.46. Определить среднюю и ориентировочную максимальную скорости подъема для скипа 1СН15-1, если: $A_{\text{г}}$ = 1 200 000 т угля; $Q_{\text{п}}$ = 13 000 кг угля; H =700 м; $t_{\text{п}}$ = 11 с; $a_{\text{с}}$ =1,3

3.47. Определить среднюю и ориентировочную максимальную скорости подъема для скипа 3СН9,5-1, если: $A_{\text{г}}$ = 1 500 000 т; $Q_{\text{п}}$ =8500 кг; Н = 750 м; $t_{\text{п}}$ = 12 с; $\alpha_{\text{с}}$ = 1,3.

3.48. Определить коэффициент резерва производительности скиповой установки, если:$Q_{\text{п}}$ = 9300 кг;$\eta_{\text{п.ч}}$ = 35 п/ч; $\eta_{\text{д}}$ = 300 д; $\eta_{ч}$=18 ч; $A_{г}$=1200000 т.

3.49. Определить $Q_{\text{п}}$, если: $A_{г}$ = 1 000 000 т; $\eta_{\text{д}}$ = 300 д; $\eta_{\text{п.ч}}$ = 30 н; $\eta_{\text{ч}}$ = =18ч; C = 1,5.

3.50. Рассчитать элементы трехпериодной диаграммы скорости и построить ее и соответствующую ей диаграмму ускорений, если: H = 483 м; T_p = 87 с; $D_{\text{б}}$ = 5 м; i = 11,5; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2.

3.51. Рассчитать элементы трехпериодной диаграммы скорости и построить ее и соответствующую ей диаграмму ускорений, если: H = 610 м; $T_{\text{р}}$ = =83 с; $D_{\text{б}}$ = 5 м; i = 10,5; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2.

3.52. Рассчитать элементы трехпериодной диаграммы скорости и по-

строить ее и соответствующую ей диаграмму ускорений, если: H = 345 м; $T_р$ = 75 с; $D_б$ = 4 м; i = 11,5, $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2.

3.53. Рассчитать элементы трехпериодных диаграмм скорости и построить их и соответствующие им диаграммы ускорений при условии работы установки с одинаковой максимальной скоростью с двух горизонтов, если: H = 630 м; H = 730 м; $T_р$ = 90 с; $D_б$ = 6 м; i = 11,5; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2.

3.54. Рассчитать элементы трехпериодных диаграмм скорости и построить их и соответствующие им диаграммы ускорений при условии работы установки с одинаковой максимальной скоростью с двух горизонтов, если: H = 250 м; H = 350 м; $T_р$ = 50 с; $D_б$ = 4 м; i = 10,5; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2.

3.55. Определить элементы пятипериодной диаграммы скорости и построить эту диаграмму и соответствующую ей диаграмму ускорений, если: H = 517 м; $T_р$ = 108 с; $t_п$ = 10 с; $h_р$ = 2,33 м; $D_б$= 5 м; C = 1,5; v' = v'' = 1,2 м/с; $a_1 = a_3$ = 1 м/с^2; i = 11,5.

3.56. Определить элементы пятипериодной диаграммы скорости и построить ее и соответствующую ей диаграмму ускорений, если: H = 711 м; $T_р$ = =134 с; $t_п$ = 8 с; $h_р$ = 2,15 м; $D_б$ = 5 м; C = 1,5; v' = v'' = 1 м/с; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2; i= 10,5.

3.57. Определить длины путей h_1, h_2 и h_3 при пятипериодной диаграмме скорости, если: H = 480 м; v_{max} = 7,25 м/с; a_1 = 0,8 м/с^2; a_3 = 0,7 м/с^2; v''=1,2 м/с; $h_р$ = 2,8 м.

3.58. Определить продолжительность равномерного движения при пятипериодной диаграмме скорости, если: H = 250 м; V_{max} = 6,35 м/с; $a_1 = a_3$ = 0,7 м/с^2; v' = v'' = 1,2 м/с; $h_р$ = 2,5 м.

3.59. Определить полную продолжительность одной паузы при пятипериодной диаграмме скорости, если: H = 535 м; V_{max} = 9,1 м/с; $a_1 = a_3$ = 1 м/с^2; $h_р$ = 2,4 м; v' = v'' = 1,2 м/с; $t_п$ = 10с.

3.60. Определить высоту подъема, если: T = 50 с; V_{max} = 8,75 м/с; a_1 =0,9 м/с^2; a_3 =0,8 м/с^2; $h_р$ = 2,5 м; v'' = 1 м/с; v' = 1,2 м/с.

3.61. Определить элементы семипериодной диаграммы скорости и по-

строить в масштабе эту диаграмму и соответствующую ей диаграмму ускорений, если: H = 397 м; $T_р$ = 112 с, $h_р$ = 5,8 м, $D_б$, = 4 м, $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2 ; v' = v '' = 1,2 м/с, a' = a '' = 0,3 м/с^2.

3.62. Определить усилия и мощности в характерных точках трехпериодной диаграммы скорости и построить их диаграммы для клетевой установки без уравновешивающего каната *(к* = 1,2; q = 0), если: $Q_п$ = 4000 кг; H = 298 м; t_1 = 7,34 с; t_2 = 46,8 с; t_3 = 7,34 с; h_1 = 20,1 м; h_2 = 257,8 м; h_3 = 20,1 м; p = 6,349 кг/м; $m_п$ = 61800 кг; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2; v_{max} = 5,5 м/с; $\eta_п$ = 0,94.

3.63. Определить усилия и мощности в характерных точках трехпериодной диаграммы скорости и построить их диаграммы для клетевой установки с равновесным уравновешивающим канатом *(к* = 1,2; $q = p$*),* если: $Q_п$ = 4000 кг; $t_1 = t_3$ = 17,7 с; t_2 = 24,5 с; $m_п$ = 69550 кг; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2; v_{max} = 13,3 м/с; $\eta_п$ = 0,94.

3.64. Определить усилия и мощности в характерных точках трехпериодной диаграммы скорости и построить их диаграммы для клетевой установки с равновесным уравновешивающим канатом *(к* = 1,2; q = р), если: $Q_п$ = 4000 кг; $t_1 = t_3$ = 7,34 с; t_2 = 47 с; $m_п$ = 65730 кг; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2; v_{max} = 5,5 м/с; $\eta_п$ = 0,94.

3.65. Определить усилия и мощности в характерных точках пятипериодной диаграммы скорости и построить их диаграммы для скиповой установки с равновесным уравновешивающим канатом *(к* = 1,15; $q = p$), если: $Q_п$ = 8000 кг; m = 131450 кг; t' = t'' = 4,08 с; $t_1 = t_3$ =5,73с; t_2 = 91,76с; a' = a'' = 0,294м/с^2; $a_1 = a_3$ =0,75 м/с^2;

3.66. Определить усилия и мощности в характерных точках пятипериодной диаграммы скорости и построить в масштабе их диаграммы для скиповой установки с равновесным уравновешивающим канатом *(к* = 1,15; $q = p$), если: $Q_п$ =8000 кг; $m_п$ = 103690 кг; t' = t'' = 7,35 с; $t_1 = t_3$ = 5,75 с; t_2 = 79,25 с; $a' = a''$ =0,204 м/с^2; $a_1 = a_3$= 1 м/с^2; v' = v'' = 1,5 м/с; v_{max} = 7,25 м/с; $\eta_п$ = 0,94.

3.67. Определить усилия и мощности в характерных точках пяти-

периодной диаграммы скорости и построить в масштабе их диаграммы для скиповой установки с равновесным уравновешивающим канатом *(к* = 1,15; *q* = =*p*), если: Q_n = 6000 кг, $m_п$ = 100 310кг; *t'* = *t"* = 3,9 с; $t_1 = t_3$ = 4,3 с; t_2 = 89 с; $a_1 = a$ *"* = 0,308 м/с^2; $a_1 = a_3$ = 1 м/с^2; *v'* = *v"* = 1,2 м/с; v_{max} = 5,5 м/с; η_n = 0,94.

3.68. Определить пути ускоренного замедленного и равномерного движений при трехпериодной диаграмме скорости, если: *H* = 500 м; v_{max} = 10 м/с; a_1 = 0,75 м/с^2; a_3 = 0,65 м/с^2.

3.69. Определить продолжительность равномерного движения при трехпериодной диаграмме скорости, если: *H* = 290 м; v_{max} = 5,6 м/с; $a_1 = a_3$ = =0,7 м/с^2.

3.70. Определить продолжительности движения подъемных сосудов и одной подъемной операции при трехпериодной диаграмме скорости, если: *H* = 510 м; v_{max} = *13*,3 м/с; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2; $t_п$ = 30 с.

3.71. Определить высоту подъема при трехпериодной диаграмме скорости, если: *T* = 70с; v_{max} = 14,4 м/с; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2.

3.72. Определить ускорение и замедление при трехпериодной диаграмме скорости, если *H* = 460 м; *T* = 65 с; v_{max} = 8,75 м/с; $a_1 = a_3$.

3.73. Определить ускорение при трехпериодной диаграмме скорости, если: *H* = 342 м; *T* = 72 с; v_{max} = 5,3 м/с; a_3 = 0,75 м/с^2.

3.74. Определить усилия и мощности в характерных точках семипериодной диаграммы скорости и построить их диаграммы для установки с опрокидными клетями и с равновесным уравновешивающим канатом, если: $Q_п$ = 2000 кг; $Q_с$=8310 кг; m_n = 43165 кг; *t'* = *t"* = 4 с; $t'_1 = t''_1$ = 2,83 с; $t_1 = t_3$ =3,85 с; t_2 = 93,2 с; *a'* = *a"* = 0,3 м/с^2; $a_1 = a_3$ = 0,75 м/с^2; $k_у$ = 0,35; *v'* = *v''* = 1,2 м/с; v_{max} = 4,08 м/с; $\eta_п$ = 0,94.

3.75. Определить приведенную массу клетевой установки, если: F_1 = =10 • 10^4 Н; $Q_п$ =4000 кг; *к* = 1,2; *H* = 200 м; *q* = 0; *p* = 7,397 кг/м; a_1 = 0,7 м/с^2.

3.76. Определить ускорения при ускоренном и замедленном движениях скипа на разгрузочных кривых, если: усилия в начале подъемной операции F_1 = 5,64 • 10^4 Н; в конце F_{10} = 3,36 • 10^4 Н; $Q_п$= 4000 кг; *к* = 1,15; *q* = *p; m*$_n$ =

=52000 кг.

3.77. Определить коэффициент сопротивлений, если: диаграмма скорости трехпериодная; $q = p$; $F_1 = 9{,}94 \cdot 10^4$Н; $m_n = 69600$ кг; $a_1 = 0{,}75$ м/с^2; $Q_п = 4$.

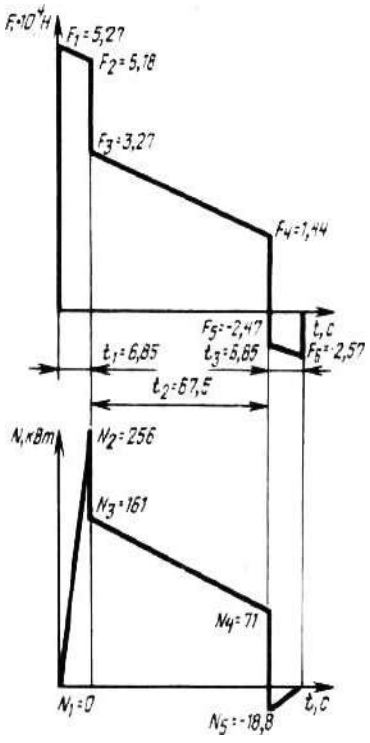
3.78. Определить ускорение и замедление из условия нескольжения каната по ведущему шкиву трения, если: $p = q = 7{,}51$ кг/м; $Q_п = 4000$ кг; $Q_с = 9620$ кг; $H = 350$ м; $\kappa = 1{,}2$; $D_{н.ш} = 5$ м; $m_{н.ш} = 1000$ кг; $L_{в.ш} = 73$ м; $f = 0{,}2$;

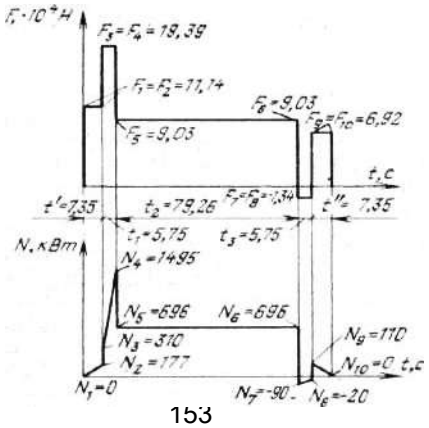
3.79. Определить ускорение и замедление клетей при навивке каната на конус и свивке с конуса во время равномерного вращения барабана с максимальной угловой скоростью $\omega_{max} = 4$ с$^{-1}$, если: продолжительность, навивки $t_{кс} = 20$ с, а радиусы малого и большого цилиндров барабана соответственно $R_{м.ц} = 2{,}5$ м и $R_{б.ц} = 4{,}5$ м.

3.80. Определить пути поднимающейся и опускающейся клети за время вращения бицилиндроконического барабана с ускорением $\varepsilon_1 = 0{,}234$ с$^{-2}$ при навивке каната на малый цилиндр радиусом $R_{м.ц} = 5$ м и свивке с большого цилиндра радиусом $R_{б.ц} = 9$ м, если максимальная угловая скорость барабана $\omega_{max} = 2{,}97$ с$^{-1}$

Рис. 3.27. Диаграммы движущих усилий и мощности (к задаче 3.81)

Рис. 3.28. Диаграммы движущихся усилий и мощности (к задаче 3.83)





3.81. Определить эквивалентное усилие и расход энергии за одну подъемную операцию при

использовании подъемной установки без уравновешивающего каната, асинхронного двигателя и трехпериодной диаграммы скорости, если заданы: диаграмма движущих усилий на окружности навивки и мощности на валу подъемного двигателя (рис. 3.27), максимальная скорость v_{max} = 4,45 м/с; $t_п$ = 12 с; $\eta_п$ = 0,94.

3.82. Определить эквивалентное усилие и расход энергии при трехпериодной диаграмме скорости и асинхронном двигателе, если: q = 0; F_1 = =11,13 · 10^4Н; F_2 = 10,89 · 10^4Н; F_3 = 6,26 · 10^4Н; F_4 = 3,17 · 10^4Н; F_5 = - 1,47 · 10^4Н; F_6 = - 1,71 · 10^4Н; N_1 = 0; N_2 = 637 кВт; N_3 = 366 кВт; N_4 = 185 кВт; N_5 = =-76 кВт; N_6 = 0; t_1 = 7,34 с; t_2 = =46,8 с; t_3 = 7,34 с; $t_п$ = 30 с; $\eta_п$ = 0,94; v_{max} = 5,5 м/с.

3.83. Определить эквивалентное усилие и расход энергии на одну подъемную операцию для клетевой подъемной установки с равновесным уравновешивающим канатом (q = р), асинхронным двигателем и трехпериодной диаграммой скорости, если задана диаграмма движущих усилий на окружности навивки и мощности на валу двигателя (рис. 3.28) ; $t_п$ = 30 с.

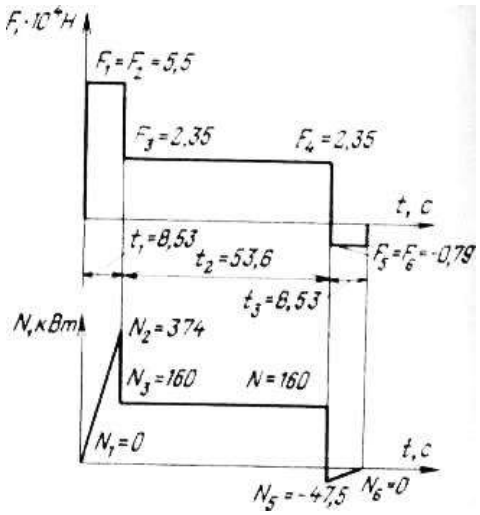


Рис. 3.29. Диаграммы движущих усилий и мощности (к задаче 3.86)

3.84. Определить эквивалентное усилие и расход энергии для клетевой подъемной установки с трехпериодной диаграммой скорости и асинхронным двигателем, если: q = p; F_1 = F_2 = 11,95·10^4Н; F_3 = F_4 = 4,71·10^4Н; F_5 = F_6 = --2,53·10^4Н; N_1 = 0; N_2 = 920 кВт; N_3 = N_4 = 363 кВт; N_5 = - 172 кВт; N_6 = 0; t_1 = =7,25 с; t_2 = 62,8 с; t_3 = 7,25 с; $t_п$ = 30с; T = 77,3 с.

3.85. Определить усилие и расход энергии для установки с трехпериодной диаграммой скорости и асинхронным двигателем, если: $q = p$; $F_1 = F_2 = 9{,}96 \cdot 10^4$Н; $F_3 = F_4 = 4{,}71 \cdot 10^4$Н; $F_5 = F_6 = -0{,}54 \cdot 10^4$Н; $N_1 = 0$; $N_2 = 705$ кВт; $N_3 = N_4 = 332$ кВт; $N_5 = -34$ кВт; $N_6 = 0$; $t_1 = 8{,}8$ с; $t_2 = 63{,}8$ с; $t_2 = 8{,}8$ с; $T = 81{,}4$ с; $t_п = 30$ с.

3.86. Определить усилие и расход энергии скиповой установки по заданным диаграммам движущих усилий на окружности навивки и мощности на валу двигателя (рис. 3.29), если: двигатель асинхронный; $t_п = 10$ с; $\eta_п = 0{,}94$; $v_{max} = 7{,}25$ м/с.

3.87. Определить усилие и расход энергии при пятипериодной диаграмме скорости и асинхронном подъемном двигателе, если: $q = p$; $F_1 = F_2 = 9{,}38 \cdot 10^4$Н; $F_3 = F_4 = 15{,}19 \cdot 10^4$Н; $F_5 = F_6 = 6{,}77 \cdot 10^4$Н; $F_7 = F_8 = -1{,}65 \cdot 10^4$Н; $F_9 = F_{10} = 4{,}24 \cdot 10^4$Н; $N_1 = 0$; $N_2 = 110$ кВт; $N_3 = 193$ кВт; $N_4 = 886$ кВт; $N_5 = N_6 = 396$ кВт; $N_7 = -97$ кВт; $N_8 = -21$ кВт; $N_9 = 50$ кВт; $N_{10} = 0$; $t' = t'' = 4$с; $t_1 = t_3 = 4{,}3$ с; $t_2 = 87$ с; $T = 103{,}6$ с; $t_п = 30$ с; $\eta_п = 0{,}94$; $v_{max} = 5{,}5$ м/с.

3. ТОРМОЗА ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Примеры расчета

3.55 Для двухбарабанной машины НКМЗ с грузопневматическим тормозом (рис. 3.30) определить тормозные моменты, коэффициенты статической надежности рабочего и предохранительного тормозов, замедления при спуске и подъеме груза в процессе предохранительного торможения, необходимое давление в цилиндрах предохранительного и рабочего торможения при неуравновешенной подъемной системе и двухскиповом подъеме. Дано: диаметр барабана $D_б = 4$ м; грузоподъемность скипа $Q_п = 8500$ кг, его собственная масса $Q_с = 8460$ кг; линейная масса каната $p = 7{,}37$ кг/м; высота подъема $H^с = 500$ м; длина отвеса каната $H_к = 520$ м; приведенная масса подъемной системы $m_п = 105000$ кг. Тормозные колодки пресс-массовые, радиус тормозного обода $R_т =$

1985 мм. Длины рычагов тормозной системы (см. рис. 3.34): a = 1,4 м; b = 0,4 м; с = 1,3 м; d = 0,26 м. Количество наборных плит тормозного груза на одном приводе n = 10, масса каждой m = 100 кг. Диаметры цилиндров рабочего торможения $d_{\text{р}}$ = 360 мм, предохранительного $d_{\text{п}}$ =180 мм при диаметре штока $d_{\text{ш}}$ = 45 мм. Давление сжатого воздуха $p_{\text{в}}$ = 0,5 МПа.

Решение. Статические усилия подъемной системы. Максимальное статическое натяжение груженой ветви каната в наиболее общем виде для клетевого подъема при числе вагонеток в клети $n_{\text{в}}$ и массе порожней вагонетки $m_в$:

$$T_{\text{ст}} = (Q_{\text{п}} + Q_{\text{с}} + n_{\text{в}}n_{\text{в}} + pH_{\text{к}}), \qquad (3.109)$$

в нашем случае

$$T_{\text{ст}} = (Q_{\text{п}} + Q_{\text{с}} + pH_{\text{к}})g = (8500 + 8460 + 7{,}37 \cdot 520)9{,}81 =$$

=204000Н=204кН.

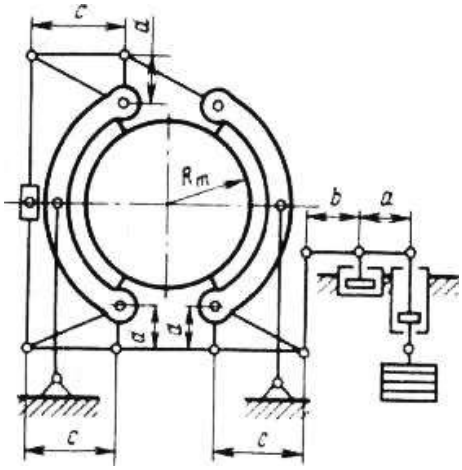


Рис. 3.30. Грузопневматический тормоз (к примеру 3.55)

Максимальные разности статических натяжений (Н) для неуравновешенной системы при q = 0 определяются по формуле (3.16):

для системы с противовесом

$$F_{\text{ст}} = (0{,}5(Q_{\text{п}} + n_{\text{в}}m_{\text{в}}) + pH)g \qquad (3.110)$$

для двухсосудной системы с равновесным уравновешивающим канатом

$$F_{\text{ст}} = Q_{\text{п}}g, \qquad (3.111)$$

для системы с противовесом

$$F_{\text{ст}} = [0{,}5(Q_{\text{п}} + n_{\text{в}}m_{\text{в}})]g. \qquad (3.112)$$

Для заданных условий по формуле (3.16)

$$F_{\text{ст}} = (Q_{\text{п}} + pH) = (8500 + 7{,}37 \cdot 500)9{,}81 = 119500\text{Н} = 119{,}5\text{кН}$$

Для двухбарабанных машин и машин с разрезным барабаном максимальное статическое натяжение (Н) каната при перестановке

$$T'_{\text{ст}} = (Q_{\text{с}} + pH_{\text{к}})g, \qquad (3.113)$$

или $T'_{\text{ст}} = (8460 + 7{,}37 \cdot 520)9{,}81 = 120600\text{Н} = 120{,}6\text{кН}.$

То же, для системы с противовесом

$$T'_{\text{ст}} = (Q_{\text{с}} + pH_{\text{к}})g. \qquad (3.114)$$

2. Максимальные статические моменты подъемной системы: при нагрузке

$$M_{\text{ст}} = F_{\text{ст}}R_{\text{б}}, \qquad (3.115)$$

т.е. $M_{\text{ст}} = 119{,}5 \cdot 2 = 239{,}0\text{кН} \cdot \text{м};$

при перестановке барабанов

$$M'_{\text{ст}} = T'_{\text{ст}}R_{\text{б}}, \qquad (3.116)$$

т.е. $M_{\text{ст}} = 120{,}6 \cdot 2 = 241{,}2\text{кН} \cdot \text{м};$

при обрыве одного из канатов

$$M''_{\text{ст}} = T_{\text{ст}}R_{\text{б}}, \qquad (3.117)$$

т.е. $M''_{\text{ст}} = 204 \cdot 2 = 408\text{кН} \cdot \text{м}.$

3 .Определение тормозных моментов. Передаточное число рычажного механизма тормоза

$$i = 4ac/(bd), \qquad (3.118)$$

подставив значения, получим

$$i = \frac{4 \cdot 1{,}4 \cdot 1{,}3}{(0{,}4 \cdot 0{,}26)} = 70.$$

Тормозной момент (Н • м) предохранительного тормоза

$$M_{\text{т}} = 2mngif_{\text{т}}\eta R_{\text{т}}, \qquad (3.119)$$

где $f_{\text{Т}}$ — коэффициент трения тормозных колодок об обод (для дерева 0,35; для пресс-массы 0,3); η = 0,95 — коэффициент полезного действия рычажной системы тормоза.

При наших данных

$$M_{\text{т}} = 10^{-3} \cdot 2 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 9{,}81 \cdot 70 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}985 = 777\text{кН} \cdot \text{м}.$$

Тормозной момент предохранительного тормоза на одном тормозном ободе при перестановке барабанов

$$M_{\text{т}} = 0{,}5M_{\text{т}}, \tag{3.120}$$

т.е. $M'_{\text{т}} = 0{,}5 \cdot 777 = 388{,}5\text{кН} \cdot \text{м}.$

Максимальный момент, создаваемый рабочим тормозом на заклиненном барабане,

$$M'_{\text{т.р}} = \frac{\pi a c f_{\text{т}} \eta R_{\text{т}} d_{\text{р}}^2 p_{\text{в}}}{(a+b)d} \tag{3.121}$$

$$M'_{\text{т.р}} = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}4 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}985 \cdot 0{,}36^2 \cdot 0{,}5 \cdot 10^6}{10^3(1{,}4+0{,}4)0{,}26} 447{,}6\text{кН} \cdot \text{м}.$$

Максимальный тормозной момент, создаваемый двумя приводами рабочего тормоза,

$$M_{\text{т.р}} = 2M'_{\text{т.р}}, \tag{3.122}$$

т.е. $M_{\text{т.р}} = 2 \cdot 447{,}6 = 835{,}2\text{кН} \cdot \text{м}.$

4. Коэффициенты статической надежности тормоза. Тормозной момент предохранительного тормоза должен удовлетворять условию

$$M_{\text{т}} > 3M_{\text{ст}}. \tag{3.123}$$

В остальных возможных случаях коэффициент статической надежности при рабочем и предохранительном торможении $\kappa > 1{,}2$.

Коэффициенты статической надежности:

предохранительного тормоза по формуле (3.123)

$K = M_{\text{т}}/M_{\text{ст}} = 777/239 = 3{,}25 > 3;$

предохранительного тормоза при перестановке барабанов

$$K = M_{\text{т}}/M_{\text{ст}} = 388{,}5/241{,}2 = 1{,}61 > 1{,}2; \tag{3.124}$$

рабочего тормоза при перестановке барабанов

$$K'_{\text{р}} = M'_{\text{т.р}}/M'_{\text{с.т}} = 447{,}6/241{,}2 = 1{,}86 > 1{,}2; \tag{3.125}$$

предохранительного тормоза при обрыве одного из канатов

$$K'' = M_{\text{т}}/M''_{\text{ст}} = 777/408 = 1{,}9 > 1{,}2. \tag{3.126}$$

5. Замедления при предохранительном торможении. Замедления (м/с^2) в процессе предохранительного торможения при спуске и подъеме груза

$$\text{а} = \frac{M_\text{т} \pm M_\text{ст}}{m_\text{п} R_\text{б}}. \qquad (3.127)$$

Знак "+" ставится при подъеме груза, “-” при его спуске. При спуске груза замедление должно отвечать условию $a_\text{с} > 1{,}5$ м/с^2, при подъеме груза $a_\text{п} < 5$ м/с^2.

Средние значения замедления в процессе предохранительного торможения по формуле (3.127):

При спуске груза

$$a_\text{с} = \frac{777 - 239}{10^{-3} \cdot 10500 \cdot 2} = 2{,}56 > 1{,}5 \text{ м/с}^2.$$

При подъеме груза

$$a_\text{п} = \frac{777 + 239}{10^{-3} 10500 \cdot 2} = 4{,}84 < 5 \text{м/с}^2.$$

6. Необходимые давления воздуха в цилиндрах тормоза. Необходимое давление (Па) воздуха в цилиндрах предохранительного торможения из условия удержания тормозного груза

$$p_\text{п} = \frac{4gmn}{\pi(d_\text{п}^2 d_\text{ш}^2)\eta_\text{п}}, \qquad (3.128)$$

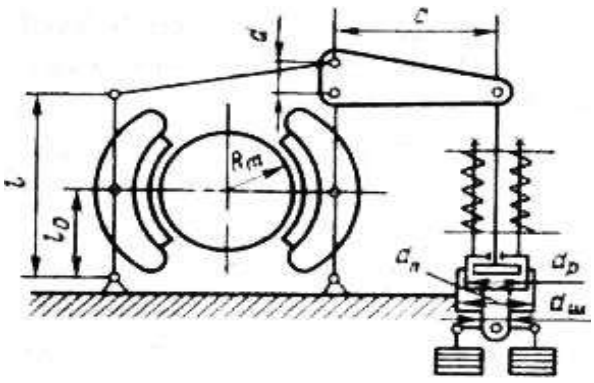


Рис.3.31. Тормоз с пружинно пневматическим грузовым приводом (к примеру 3.56)

где $\eta_\text{п}$ = 0,9 — коэффициент полезного действия цилиндра предохранительного торможения.

При наших данных

$$p_{\text{р}} = \frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{3{,}14(0{,}18^2 - 0{,}045^2)0{,}9} = 0{,}46\text{МПа}.$$

Необходимое давление (Па) воздуха в цилиндре рабочего торможения для полного оттормаживания из условия подъема тормозных грузов при "зарядке"

$$p_{\text{р}} = \frac{4gmn(a+b)}{\pi d_{\text{р}}^2 b \eta_{\text{р}}}, \qquad (3.129)$$

где η_p — коэффициент полезного действия цилиндра рабочего торможения (для грузопневматических приводов $\eta_{\text{р}} = 0{,}7$).

В данном случае

$$p_{\text{р}} = \frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 100 \cdot 10(1{,}4 + 0{,}4)}{3{,}14 \cdot 0{,}36^2 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}7 \cdot 10^6} = 0{,}62\text{Мпа}$$

Определить допустимые замедления в процессе предохранительного и рабочего торможений при спуске и подъеме груза, перегоне порожнего сосуда; тормозные моменты и основные параметры тормозного привода для четырехканатной ($n_{\text{к}} = 4$) подъемной машины с диаметром канатоведущего шкива $D_{\text{ш}} = 4$ м. Тормоз имеет пружинно-пневматический грузовой привод (рис. 3.31).

Односкиповая подъемная система с отклоняющими шкивами и противовесом уравновешена двумя плоскими канатами. Угол охвата канатоведущего шкива подъемными канатами $\alpha = 188°$. Высоты подъема H = 835 м, копра $h_{\text{к}}$= 90 м, уровня кромки бункера над землей $h_{\text{в}}$ = 25 м; длина отвеса каната $H_{\text{к}}$ = 900 м. Грузоподъемность скипа Q_n = 13 т, собственная масса $Q_{\text{с}}$ = 16,7 т. Масса противовеса, расположенного со стороны отклоняющих шкивов $Q_{\text{пр}}$ = 23,2 т. Линейные массы подъемного каната p = 4,54 кг/м, уравновешивающего q = 9,43 кг/м. Приведенная масса подъемной системы $m_{\text{п}}$ = 120000 кг.

Радиус тормозного обода $R_{\text{т}}$ = 1910мм тормозные колодки пресс-массовые. Размеры рычагов рычажной системы тормоза (см. рис. 3.31): c = 1,5 м; d = 0,35 м, f = 3,08 м, l_o =1,18 м. Цилиндр рабочего торможения имеет

диаметр $d_р$ = 440 мм и ход поршня S = 100 мм. Жесткость пружинного блока Z = 166,6 Н/мм. Диаметр цилиндра предохранительного торможения $d_п$ = 500 мм, штока $d_ш$ = 200 мм. Масса одной наборной плиты тормозного груза m = 58 кг; подвижных деталей, участвующих в процессе рабочего торможения, $m_{п.р}$ = 630 кг; то же, предохранительного $m_{п.п}$ = 1000 кг.

Решение. 1. Статические натяжения ветвей канатов. Статические натяжения более нагруженной T_1 и менее нагруженной T_2 ветвей канатов определяют для момента, когда сосуды находятся в положении, при котором возникает максимальная статическая неуравновешенность подъемной системы.

При подъеме груза, учитывая, что $n_{у.к}\ q > n_к\ p$, наибольшая разность статических натяжений будет в момент нахождения груженого сосуда на верхней приемной площадке. Для общего случая клетевого подъема

$$T_{1п} = \left(Q_п + Q_с + n_в + m_в + qH_{ук} + n_к p(h_к - h_в)\right) g. \qquad (3.130)$$

Для заданных условий

$$T_{1п} = \left(13000 + 16700 + 3 \cdot 9.43 \cdot 835 + 4 \cdot 4.54(90 - 25)\right)9.81 =$$

$$= 457400\text{Н} = 457{,}4\text{кН}.$$

Если $n_{у.к}\ q < n_к\ p$, то наибольшее натяжение (Н) будет иметь эта же ветвь при груженом сосуде на нижней приемной площадке:

$$T_{1п} = (Q_п + Q_с + n_в m_в + n_к p H_к) g. \qquad (3.131)$$

Со стороны противовеса:

при $n_{у.к}\ q > n_к\ p$

$$T_{2п} = \left(Q_{пр} + n_к p H_к\right) g\ , \qquad (3.132)$$

для заданных условий

$$T_{2п} = (23200 + 4 \cdot 4{,}54 \cdot 900)9{,}81 = 388000\ \text{Н} = 388\ \text{кН}$$

При $n_{у.к}\ q < n_к\ p$

$$T_{2п} = \left(Q_{пр} + n_{ук} qH + n_к p(h_к - h_в)\right) g \qquad (3.133)$$

При двухсосудном подъеме в формулы (3.132) и (3.133) вместо $Q_{пр}$ подставляют в общем случае клетевого подъема $(Q_с + n_в m_в)$…

Статические натяжения (Н) при спуске груза в заданных условиях $T_{1с} = T_{1п}$ и $T_{2с} = T_{2п}$

То же, при перегоне порожнего сосуда в условиях подъема противовеса:

по формуле (3.132) $T_{1\,пер} = 388$ кН;

$$T_{2\,пер} = \left[Q_c + n_{у.к} qH + n_к p(h_к - h_в)\right]g, \qquad (3.134)$$

при наших данных

$$T_{2\,пер} = [16700 + 2 \cdot 9{,}43 \cdot 835 + 4 \cdot 4{,}54(90 - 25)]9{,}81 =$$

$$= 324600\ \text{Н} = 324{,}6\ \text{кН};$$

То же, при спуске противовеса:

по формуле (3.133)

$$T_{1\,пер} = [23300 + 2 \cdot 9{,}43 \cdot 835 + 4 \cdot 4{,}54(90 - 25)] \cdot 9{,}81 =$$

$$= 393700\ \text{Н} - 393{,}7\ \text{кН};$$

$$T'_{2\,пер} = (Q_с + n_к p H_к)g \qquad (3.135)$$

при наших данных

$$T'_{2\,пер} = (16700 + 4 \cdot 4{,}54 \cdot 900) \cdot 9{,}81 = 324200\ \text{Н} = 354{,}2\ \text{кН}$$

Для двухсосудного подъема при $n_{у.к}\, q > n_к\, p$ $T_{1\,пер}$ и $T_{2пер}$ определяют соответственно по формулам (3.133) и (3.132); при $n_{у.к}\, q < n_к\, p$ — по формулам (3.132) и (3.133); при $n_{у.к}\, q = n_к\, p$ $T_{1\,пер} = T_{2пер}$ — по формуле (3.132), причем вместо $Q_{пр}$ в этих формулах подставляют Q_c.

Из всех рассмотренных режимов максимальная разность статических натяжений имеет место в режиме перегона порожнего сосуда при спуске противовеса:

$$F'_{ст} = T'_{1\,пер} - T'_{2\,пер} = 393{,}7 - 324{,}2 = 69{,}5\ \text{кН}$$

2. Допустимые замедления при торможении. В рассмотренных выше режимах работы наибольшие допустимые замедления при предохранительном и рабочем торможении должны обеспечить коэффициент безопасности против скольжения канатов по футеровке канатоведущего шкива $K_с > 1{,}25$.

Замедление (м/с^2) при подъеме груза

$$a_{\text{п}} = \frac{g\left(e^{fa}\frac{T_{1\text{п}}}{T_{2\text{п}}} - 1\right)}{K_{\text{с}}\left(e^{fa}\frac{T_{1\text{п}}}{T_{2\text{п}}} + 1\right)} \qquad (3.136)$$

где e = 2,72 — основание натурального логарифма; f — коэффициент трения подъемных канатов о футеровку канатоведущего шкива (для пластиката ПП-45 f =0,25, для канатов с круглыми и фасонными прядями; 0,2 для канатов закрытой конструкции).

Для заданных условий при угле охвата α = 188° F = 0,25 и $e^{f\alpha}$ = 2,271.

$$a_n = \frac{9{,}81\left(2{,}271\frac{457{,}4}{388} - 1\right)}{1{,}25\left(2{,}271\frac{457{,}4}{388} + 1\right)} = 3{,}58\ \text{м/с}^2$$

При спуске груза

$$a_c = \frac{g\left(e^{fa} - \frac{T_{1c}}{T_{2c}}\right)}{k_c\left(e^{fa} + \frac{T_{1c}}{T_{2c}}\right)}, \qquad (3.137)$$

для наших данных

$$a_c = \frac{9{,}81(2{,}271 - 457{,}4/388)}{1{,}25(2{,}271 + 457{,}4/388)} = 2{,}48\ \text{м/с}^2$$

В условиях перегона порожнего сосуда при подъеме противовеса по формуле (3.136)

$$a_{\text{пер}} = \frac{9{,}81(2{,}271 \cdot 388/324{,}6 - 1)}{1{,}25(2{,}271 \cdot 388/324{,}6 + 1)} = 3{,}62\text{м/с}^2$$

При спуске противовеса по формуле (3.137)

$$a'_{\text{пер}} = \frac{9{,}81(2{,}271 - 393{,}7/324{,}2)}{1{,}25(2{,}271 + 393{,}7/324{,}2)} = 2{,}38\text{м/с}^2$$

Для двухсосудного подъема определяют замедления для спуска и подъема более тяжелой ветви, т.е. для случаев перегона порожних сосудов в обоих направлениях.

3. Тормозные моменты. Максимальный статический момент подъемной системы по формуле (3.115)

$$M_{\text{ст}} = F_{\text{ст}}R_{\text{ш}} = 96{,}5 \cdot 2 = 139\text{кН} \cdot \text{м}$$

где $R_ш$ — диаметр канатоведущего шкива трения, м.

Тормозной момент должен удовлетворять условию (3.123), обеспечивающему требуемый коэффициент статической надежности тормоза:

$$M_т \geq 3M_{ст},$$

т.е. $M_т = 3M_{ст} = 3 \cdot 139 = 417$кН·м.

Тормозные моменты:

по условию обеспечения замедления не менее 1,5 м/с^2 в процессе предохранительного торможения при спуске груза

$$M_т \geq M_{ст} + 1{,}5 m_п R_ш 10^{-3}, \quad (3.138)$$

т.е. $139+1{,}5 \cdot 120000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 499 > 417$ кН·м;

по условию обеспечения замедления не более a_n = 3,58 м/с^2 в процессе предохранительного и рабочего торможения при подъеме груза

$$M_т \leq (a_п m_п 10^{-3} - T_{1п} + T_{2п}) R_ш \quad (3.139)$$

или $(3{,}58 \cdot 120000 \cdot 10^{-3} - 457{,}4 + 388)\, 2 = 720 > 417$ кН • м.;

по условию обеспечения замедления не более a_c = 2,48 м/с^2 в процессе предохранительного и рабочего торможения при спуске груза

$$M_т \leq (a_с m_п 10^{-3} + T_{1с} - T_{2с}) R_ш \quad (3.140)$$

или $(2 \cdot 48 \cdot 120000 \cdot 10^{-3} + 457{,}4 - 388)2 = 734 > 417$ кН·м.;

по условию обеспечения замедления не более $a_{пер}$ = 3.62 м/с^2 в процессе предохранительного и рабочего торможения при перегоне порожних сосудов в случае подъема более нагруженной ветви канатов (противовеса)

$$M_т \leq \left(a_{пер} a_{п.пер} 10^{-3} - T_{1\ пер} + T_{2\ пер}\right) R_ш, \quad (3.141)$$

где $m_{п.пер}$ — приведенная масса подъемной системы без учета полезного груза (для системы с противовесом $m_{п.пер} = m_п$).

При наших данных

$$(3{,}62 \cdot 120000 \cdot 10^{-3} - 399 + 324{,}6)2 = 742 > 417\text{кН·м}$$

по условию обеспечения замедления не более $a'_{пер}$ = 2,38 м/с^2 в процессе предохранительного и рабочего торможения при перегоне порожних сосудов в случае спуска более нагруженной ветви канатов (противовеса)

$$M_т \leq \left(a'_{пер} a_{п\ пер} 10^{-3} + T'_{1\ пер} - T'_{2\ пер}\right) R_ш, \quad (3.142)$$

т.к. $(2{,}38 \cdot 120000 \cdot 10^{-3} + 393{,}7 - 324{,}2)2 = 710{,}2 > 417$кН·м

Если тормозной момент, определенный по условию (3.123), не противоречит остальным условиям, то принимают одноступенчатое торможение. В этом случае затяжку пружинного блока и массу тормозного груза определяют исходя из момента M_T.

При несоблюдении условия (3.138) принимают двухступенчатое торможение. Тормозной момент M_1 первой ступени торможения принимают из условий (3.138), а второй — из условий (3.123). По моменту M_1 затягивают пружинный блок, а по $M_т$ определяют массу тормозного груза.

Аналогичное решение принимают при несоблюдении условий (3.139) - (3.142).

По результатам расчетов принимают двухступенчатое торможение. Тормозной момент первой ступени торможения M_1 = 499 кН • м,
второй — $M_т$ = 417 кН • м.

4. Параметры тормозных приводов. Передаточное число рычажного механизма тормоза

$$i = \frac{2cl}{dl_0}, \qquad (3.143)$$

т. е. $i = \dfrac{2 \cdot 1{,}5 \cdot 3{,}08}{0{,}35 \cdot 1{,}18}$

Расчетная масса тормозного груза одного привода по формуле (3.119)

$$m_{\text{гр}} = \frac{10^3 M_{\text{т}}}{2gif_{\text{т}}\eta R_{\text{т}}} = \frac{10^3 \cdot 417}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 22{,}37 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}91} = 1745\text{кг}.$$

При массе одной наборной плиты m = 58 кг количество наборных плит тормозного груза одного привода

$$n = m_{\text{гр}}/m = 1745/58 = 30.09.$$

Принимаем n = 32, тогда фактическая масса тормозного груза

$$m_{\text{гр}} = 58 \cdot 32 = 1856 \text{ кг}.$$

Расчетное усилие в тяге, соединяющей привод тормоза с исполнительным органом, которое обеспечивает создание тормозного момента M_1

первой ступени торможения,

$$Q_1 = \frac{M_1}{2if_т\eta R_т}, \qquad (3.144)$$

т. е. $Q_1 = \frac{499}{2 \cdot 22{,}37 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}91} = 20{,}5$ кН.

Необходимая затяжка (мм) пружинного блока

$$F = \frac{10^3 Q_1 - g m_{п.р}}{Z} \qquad (3.145)$$

где $m_{п\ р}$ — масса подвижных частей привода тормоза, участвующих в рабочем торможении, кг; Z — жесткость пружинного блока, Н/мм.

Тогда

$$F = \frac{10^3 \cdot 20.5 - 9.81 \cdot 630}{166.6} = 86 \text{ мм}$$

Необходимое давление воздуха в цилиндрах предохранительного торможения

$$p_n = \frac{4g(mn + m_{п.п})}{10^6 \pi (d_п^2 - d_ш^2)\eta_п} \qquad (3.146)$$

т. е. $p_n = \frac{4 \cdot 9.81(68 \cdot 32 + 1000)}{10^6 \cdot 3.14(0.5^2 - 9.2^2) \cdot 0.9} = 0.19$ Мпа

Необходимое давление (МПа) воздуха в цилиндрах рабочего торможения

$$p_р = \frac{4[g m_{п.р} + Z(F+S)]}{10^6 \pi d_p^2 \eta_р} \qquad (3.147)$$

где S — ход поршня цилиндра рабочего торможения, мм.

При наших данных

$$p_р = \frac{4[9381 \cdot 630 + 166{,}6(86 + 100)]}{10^6 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}44^2 \cdot 0{,}7} = 0{,}35 \text{ МПа}$$

Задачи

3.88 Определить коэффициенты статической надежности предохранительного тормоза для подъемной машины с разрезным барабаном и грузопневматическим тормозом при перестановке барабана на K' и обрыве

одного из канатов *К”,* если дана подъемная односкиповая система с противовесом и параметрами: с = 5 м; $Q_п$ = 9300 кг; Q_c = 8900 кг; $Q_{пр}$ = 13750 кг; p = 8,47 кг/м; H = 550 м; H_k =570 м; a = 1,4 м; $Ь$ = 0,4 м; c = 1,5 м; d = 0,3 м (см. рис. 3.34); n= 13, m = 100 кг, радиус тормозного обода $R_т$ = 2480 мм. Тормозные колодки пресс-массовые.

3.89. Для условия предыдущей задачи определить замедления при спуске и подъеме груза в процессе предохранительного торможения, а также необходимые давления сжатого воздуха в цилиндрах предохранительного и рабочего торможения, если: m_n = 150000 кг; d_p = 400 мм; $d_п$ =200 мм; $d_ш$ =45 мм.

3.90. Для подъемной машины определить массу тормозного груза $m_{гр}$ = mn и количество наборных плит на одном приводе при мини.

Ответы к задачам

1.1. P=129,6 Па.

1.2. P=1694 Па.

1.3. H=179 м; $\eta_т$=0,95.

1.4. H=277,9 м; $\eta_т$=0,92.

1.5. Q=300 м^3/ч.

1.6. d=113 мм.

1.7. $H_г$=237,5 м.

1.8. R=0,16.

1.9. R=3525.

1.10. ξ_c=65,8.

1.14. Q=337,5 м^3/ч; H=297,3 м; η=0,6.

1.15. Q=280 м^3/ч; H=297,6 м; η=0,6.

1.16. Q=65 м^3/ч; H=190 м; η=0,75.

1.17. Q=78,75 м^3/ч; H=183,9 м; η=0,75.

1.18. N=24 кВт.

1.19. N=49,1 кВт.

1.20. N=466 кВт.

1.21. N=123 кВт.

1.22. Q_2 = 35 м^3/с; p_2 = 1030 Па; N_2=61,7 кВт.

1.23. n_2=1740 об/мин.

1.24. n_2=772 об/мин.

1.25. n_2=1050 об/мин.

1.26. Давление р возрастет на 82%, мощность N – на 146%.

1.27. Q увеличится в 1,15 раза, р – в 1,31 раза.

1.28. p_2=2256 Па; N_2=260 кВт.

1.29. p_2=926 Па; N_2=122,9 кВт.

1.34 . По характеристике N=650 кВт; $N_р$=600 кВт; $W_г$=7,31·10^6 кВт·ч.

1.35 . По характеристике N=473 кВт; $N_р$=501 кВт; $W_г$=6,41·10^6 кВт·ч.

1.36 . По характеристике N=1500 кВт; $N_р$=1531 кВт; $W_г$=12,35·10^6 кВт·ч.

1.37 . По характеристике N=57 кВт; $N_р$=77 кВт; $N_{р1}$=57,84 кВт, $N_{р2}$=78,3 кВт, $W_{г1}$=0,68·10^6 кВт·ч, W_1=4,77·10^6 кВт·ч; $W_{г2}$=0,954·10^6 кВт·ч; $W_Т$=7,63·10^6 кВт·ч; W=12,4·10^6 кВт·ч.

1.42. Q = 78 м^3/с; р=140 даПа.

1.43. Q=6,676 м^3/с; р=2427 Па; два последовательно включенных вентилятора ВМ-6М при $\theta_{н.а}$=0^0; ВМ-8М при $\theta_{н.а}$=-40^0 или ВЦ-7 при $Q_З$=-15^0.

1.48. D=180 мм; δ=11 мм; d=158 мм.

1.49. δ_1=13,6 мм; δ_2=15,2 мм; δ_3=17,6 мм; принимаем: δ_1=14 мм; δ_2=16 мм; δ_3=18 мм.

1.50. h=37 м; $Z_к$=10; в рабочем режиме Q=191 м^3/ч; Н=410 м; η=0,67; i$Н_{в.доп}$=4,5 м.

1.51. Н=46 м; $Z_к$=7; в рабочем режиме: Q=332 м^3/ч; Н=868 м; η=0,76.

1.52. h=17м; $Z_к$=5; в рабочем режиме: Q=66 м^3/ч; Н=120 м; η=0,86; $Н_{в.доп}$=5,7 м.

1.53. $W_г$=2429977 кВт·ч; $\eta_у$=0,54.

1.54. $W_г$=7964774 кВт·ч; $\eta_у$=0,6.

1.55. $W_г$=230728 кВт·ч; $\eta_у$=0,465.

2.1. V_2=0,5м^3; $l_{к.из}$=681100 Дж; Q= $l_{к.из}$.

2.2. V_1=5,63 м^3; $L_{к.из}$=846800 Дж.

2.3. p_2=0,512 МПа; t_1=4,5 ^oC.

2.4. ε=5,66; p_2=0,566 МПа; t_1=t_2=17,4 ^oC.

2.5. V_2=0,573 м^3;t_2=238 ^oC; $l_{к.ад}$=598900 Дж.

2.6. $L_{к.ад}$=744500 Дж; p_2=0,444 МПа; V_2=1,38 м^3.

2.7. p_2=0,51 МПа; V_1=6,41 м^3; $L_{к.ад}$=1327000 Дж.

2.8. V_1=6,52 м^3; t_1=15,5 ^oC; $L_{к.пол}$=1240000 Дж; Q=-374,5 кДж.

2.9. $L_{к.пол}$=759000 Дж; Q=-50,2 кДж.

2.10. V_1=4,65 м^3; p_2=0,543 МПа; $L_{к.пол}$=933000 Дж.

2.11. n=1,31; $L_{к.пол}$=961400 Дж.

2.12. n=1,21; Q=-183,5 кДж.

2.13. n=1,3.

2.14. $\alpha_в$=0,0653; V_0=0,0131 м^3.

2.15. α_0=0,832; $V_В$=0,125 м^3.

2.16. ε=6,25.

2.17. n=1,25.

2.18. $\alpha_п$=0,75.

2.19. $\alpha_п$=0,797.

2.20. $V_д$=0,24 м^3.

2.21. $\alpha_в$=0,063.

2.22. ε=4,7.

2.23. n=1,21.

2.24. n=1,22.

2.25. $V_о$=0,017 м^3.

2.26. $V_п$=0,25 м^3.

2.27. Изотермический, так как n=1.

2.28. p_2=0,544 МПа.

2.29. t_1=19,6 ^oC.

2.30. n=1,267.

2.31. $t_2=79^oC$.

2.32. $t_1=10^oC$.

2.33. $L_1=L_2=248400$ Дж; $L_к=496700$ Дж.

2.34. $V_{пр}=1,08$ м^3.

2.35. $V_{пр}=0,666$ м^3.

2.36. $\alpha_{oz}=0,938$.

2.37. $V_{мин}=5,85$ м^3/мин; $V_{нор}=5,53$ м^3/мин.

2.38. $V_{мин}=100,6$ м^3/мин; $V_{нор}=99,3$ м^3/мин.

2.39. $\alpha_п=0,857$.

2.40. n=165 об/мин.

2.41. $n_{дв}=735$ об/мин.

2.42. N=85,2 кВт.

2.43. N=70,2 кВт.

2.44. N=172 кВт.

2.45. N=156 кВт.

2.46. $N_i=349$ кВт.

2.47. $N_в=680$ кВт.

2.48. $V_{мин}=51$ м^3/мин.

2.49. $V_{мин}=74$ м^3/мин.

2.50. n=221 об/мин.

2.51. n=269 об/мин.

2.52. $\eta_{i\ из}=0,76$.

2.53. $\eta_{i\ ад}=0,989$.

2.54. $\eta_м=0,93$.

2.55. $\eta_{к.из}=0,93$.

2.56. $\eta_{к.ад}=0,805$.

2.57. $V_п=0,168$ м^3; $V_{мин}=35,3$ м^3/мин.

2.58. $\alpha_п=0,87$.

2.59. n=237 об/мин.

2.60. $V_{в.ч}$=4,89 м^3/ч.

2.61. $V_{в.ч}$=7,68 м^3/ч.

2.62. $V_м$=4,9 л/м^3.

2.63. $Q_с$=41 кДж/кг.

2.64. $q_к$=134,5 кДж/кг.

2.65 $t_{2в}=t_{1в}=10^oC$.

2.66. $t_{2в}=94,6^oC$.

2.67. $t_2=94,6^oC$.

2.68. $t_1=15,4^oC$.

2.69. $F_{п.х}$=9,6 м^2.

2.70. $\eta_т$=181.

2.71. $k_т$=66,6 Вт/(м^2·К).

2.72. $Q_{х.ч}=1,8\cdot10^8$Дж.

2.73. $n_{т.в}$=37.

2.74. $F_{п.о}$=19,1 м^2; $F_{п.о}$=23 м^2; поверхность охлаждения достаточна.

2.75. $\eta_{i\ из}$=0,67; N=2875 кВт.

2.76. $V_{в.ч}$=130 м^3/ч.

2.77. $V_{мин}$=135 м^3/ч.

2.78. z=6; ε=1,44.

2.79. $V_{мин}$=115 м^3/ч; N=664 кВт.

2.80. $V_{к.с.н}$=470 м^3/мин; $V_{к.с.к}$=512 м^3/мин; $V_{ут.ср}$=10,2%.

2.81. $V_г=176,8\cdot10^6$ м^3; $W_г=17,48\cdot10^6$ кВт·ч; $V_т$=118 м^3/т; $W_т$=11,65 кВт·ч/т; $W_м$=0,099 кВт·ч/м^3.

2.82. $V_{к.с}$=684 м^3/мин; $V_{ут}$=89,5 м^3/мин, или 13,1%.

2.83.$d_{опт}$=240 мм; d=259 мм; v=7,22 м/с; Δp=0,0786 МПа.

2.84. d_{1-2}=384 мм; d_{2-3}=281 мм; v=7,22 м/с; Δp_{1-2}=0,0344 МПа; Δp_{2-3}=0,0344 МПа; Δp_{3-4}=0,0344 МПа.

2.85. $p_{к.с}$=0,762 МПа.

3.1. $p_р$=5,42 кг/м. Стандартный канат: p=6,08 кг/м; $Q_р$=1085000 Н; $d_к$=39,5 мм; z=7,78.

3.2. $p_р$=6,07 кг/м. Стандартный канат: p=7,12 кг/м; $Q_р$=1120000 Н; $d_к$=43 мм; z=7,93.

3.3. $p_р$=12,13 кг/м. Стандартный канат: p=13 кг/м; $Q_р$=2315000 Н; $d_к$=58,5 мм; z=6,53.

3.4. $p_р$=10,84 кг/м. Стандартный канат: p=12,19 кг/м; $Q_р$=1910000 Н; $d_к$=56 мм; z=6,7.

3.5. $p_р$=12,28 кг/м. Стандартный канат: p=14,25 кг/м; $Q_р$=2550000 Н; $d_к$=60,5 мм; z=6,98.

3.6. $p_р$=7,82 кг/м. Стандартный канат: p=8,496 кг/м; $Q_р$=1350000 Н; $d_к$=48,5 мм; z=6,54.

3.7. $p_р$=8,59 кг/м. Стандартный канат: p=9,95 кг/м; $Q_р$=1575000 Н; $d_к$=50,5 мм; z=6,84.

3.8. $Q_р$=1995000 Н; p=11,15 кг/м; $d_к$=53,5 мм; без учета массы каната z=10, с учетом - z=7,32.

3.9. $Q_р$=1520000 Н; p=8,496 кг/м; $d_к$=48,5 мм; без учета массы каната z=9,14, с учетом - z=6,57.

3.10. $Q_р$=1520000 Н; p=8,496 кг/м; $d_к$=48,5 мм; без учета массы каната z=8,51, с учетом - z=6,47.

3.11. $Q_р$=1520000 Н; p=8,496 кг/м; $d_к$=48,5 мм; без учета массы каната z=9,37, с учетом - z=6,81.

3.12. $Q_р$=887000 Н; p=4,965 кг/м; $d_к$=36,5 мм; без учета массы каната z=10,61, с учетом - z=6,31.

3.13. $Q_р$=1320000 Н; p=7,397 кг/м; $d_к$=45 мм; без учета массы каната z=9,66, с учетом - z=6,31.

3.14. $Q_р$=674500 Н; p=3,768 кг/м; $d_к$=32 мм; без учета массы каната z=9,52, с учетом - z=6,43.

3.15. $Q_р$=674500 Н; p=3,768 кг/м; $d_к$=32 мм; без учета массы каната z=9,82, с учетом - z=8,77.

3.16. $Q_п$+$Q_с$=16630 кг.

3.17. $Q_п$+$Q_с$=8580 кг.

3.18. $Q_п+Q_с$=4960 кг.

3.19. $Q_п+Q_с$=13610 кг.

3.20. $Q_п+Q_с$=6740 кг.

3.21. $H_к$=531 м.

3.22. $H_к$=636 м.

3.23. $H_к$=790 м.

3.24. $D_б$=5 м; $B_к$=2024 мм; B=2,4 м. По расчету: $T_{ст\ мах}$=137650 Н; $F_{ст\ мах}$=94120 Н. Машина 2Ц-5х2,4: $T_{ст.\ мах}$=280000 Н; $F_{ст\ мах}$=210000 Н.

3.25. $D_б$=5 м; $B_к$=2362 мм; B=2,4 м. По расчету: $T_{ст\ мах}$=271174 Н; $F_{ст\ мах}$=185790 Н. Машина 2Ц-5х2,4: $T_{ст.\ мах}$=280000 Н; $F_{ст\ мах}$=210000 Н.

3.26. $D_б$=6 м; $B_к$=2223 мм; B=2,4 м. По расчету: $T_{ст\ мах}$=316520 Н; $F_{ст\ мах}$=205110 Н. Машина 2Ц-6х2,4: $T_{ст.\ мах}$=320000 Н; $F_{ст\ мах}$=240000 Н.

3.27. $D_б$=5 м; $B_к$=2524 мм; B=3 м. По расчету: $T_{ст\ мах}$=217270 Н; $F_{ст\ мах}$=134570 Н. Машина ЦР-5х3/0,6: $T_{ст.\ мах}$=280000 Н; $F_{ст\ мах}$=210000 Н. $B_{к.з}$=2112<$B_з$=(3000-600) мм, что и необходимо.

3.28. $D_б$=6 м; $B_к$=2712 мм; B=2,4 м. По расчету: $T_{ст\ мах}$=243610 Н; $F_{ст\ мах}$=156860 Н. Машина ЦР-6х3/0,6: $T_{ст.\ мах}$=320000 Н; $F_{ст\ мах}$=24000 Н. $B_{к.з}$=2196<$B_з$=(3000-600) мм, что и необходимо.

3.29. $D_б$=6 м; $B_к$=2846 мм. По расчету: $T_{ст\ мах}$=230554 Н; $F_{ст\ мах}$=145894 Н. Машина ЦР-6х3/0,6: $T_{ст.\ мах}$=320000 Н; $F_{ст\ мах}$=240000 Н. $B_{к.з}$=2390<$B_з$=(3000-600) мм, что и необходимо.

3.30. H=676 м.

3.31. H=638 м.

3.32. H=807 м.

3.33. H=733 м.

3.34. H=621 м.

3.35. H=613 м.

3.36. H=824 м.

3.37. $D_{ш.т}$=5160 мм, принят $D_{ш.т}$=5,2 м; $p_{ш.т}$=99 Н/см^2.

3.38. $D_{ш.т}$=5850 мм, принят $D_{ш.т}$=6 м; $p_{ш.т}$=128 Н/см^2.

3.39. $D_{м.ш}$=3040 мм, $T_{ст\ мах}$=420276 Н; $F_{ст\ мах}$=133640 Н. Машина МК 3,25х4.

3.40. $D_{м.ш}$=3135 мм, $T_{ст\ мах}$=405460 Н; $F_{ст\ мах}$=129600 Н. Машина МК 3,25х4.

3.41. Н=1306 Н.

3.44. $L_с$=56,5 м.

3.45. $L_с$=55,65 м.

3.46. $v_{ср}$=5,43 м/с; $v_м$=7,33 м/с.

3.47. $v_{ср}$=12,2 м/с; $v_м$=16,47 м/с.

3.48. С=1,46.

3.49. $Q_п$=9260 кг.

3.50. $v_{р.м}$=6,14 м/с; при i=11,5 и $n_{син}$=300 об/мин; $v_{мах}$=6,65 м/с; t_1=t_3=8,87 с; h_1=h_3=29,5 м; h_2=424 м; t_2=63,85 с; Т=81,59 м.

3.51. $v_{р.м}$=8,52 м/с; при $n_{син}$=5,42$с^{-1}$; $v_{мах}$=9,1 м/с; t_1=t_3=12,13 с; h_1=h_3=55,2 м; h_2=499,6 м; t_2=54,9 с; Т=79,16 с.

3.53. $v_{р.мах}$=9,44 м/с; при $n_{син}$=325 об/мин; $v_{мах}$=10 м/с; t_1=t_3=13,33 с; h_1=h_3=66,7 м; h_2=596,6 м; t_2=59,66 с; Т=86,32 с; для первого горизонта – те же данные, только h_2=496,6 м; t_2=49,66 с; Т=76,32 с.

3.54. $v_{р.мах}$=9,3 м/с; при $n_{син}$=500 об/мин; $v_{мах}$=9,7 м/с; t_1=t_3=12,93 с; h_1=h_3=62,7 м; h_2=224,6 м; t_2=23,15 с; Т=49,01 с; для первого горизонта – те же данные, только h_2=124,6 м; t_2=12,84 с; Т=38,7 с.

3.55. $v_{р.мах}$=5,28 м/с; при $n_{син}$=250 об/мин; $v_{мах}$=5,5 м/с; a’=a’’=0,31 $м/с^3$; t’=t’’=3,89 с; t_1=t_3=4,3 с; h_1=h_3=14,4 м; h_2=483,54 м; t_2=87,9 с; Т=104,28 с; $С_ф$=1,55.

3.56. $v_{р.мах}$=5,87 м/с; при $n_{син}$=250 об/мин; $v_{мах}$=6 м/с; a’=a’’=0,233 $м/с^3$; t’=t’’=4,3 с; t_1=t_3=6,67 с; h_1=h_3=23,35 м; h_2=660 м; t_2=110 с; Т=131,94 с; $С_ф$=1,52.

3.57. h_1=31,95 м; h_2=405,93 м; h_3=36,52 м.

3.58. t_2 = 29,84 с.

3.59. $T_п$=83,1 с.

3.60. Н=293,78 м.

3.61. $v_{р.мах}$=4,05 м/с; при i=11,5 и $n_{син}$=250 об/мин (n=224 об/мин); $v_{мах}$=4,08 м/с; t’=t’’=4 с; t’=t”$_1$=2,83 с; $t_1=t_3$=3,84 с; $h_1=h_3$=10,14 м; h_2=365,12 м; t_2=89,49 с; T=110,83.

3.62. $F_1=11{,}2\cdot10^4$ Н; $F_2=10{,}95\cdot10^4$ Н; $F_3=6{,}32\cdot10^4$ Н; $F_4=3{,}1\cdot10^4$ Н; $F_5=-1{,}53\cdot10^4$ Н; $F_6=-1{,}78\cdot10^4$ Н; N_1=0; N_2=640,7 кВт; N_3=369,8 кВт; N_4=181,4 кВт; N_5=-81,7 кВт; N_6=0.

3.63. $F_1=F_2=9{,}93\cdot10^4$ Н; $F_3=F_4=4{,}7\cdot10^4$ Н; $F_5=F_6=-0{,}51\cdot10^4$Н; N_1=0; N_2=1405 кВт; $N_3=N_4$=665 кВт; N_5=-63,76 кВт; N_6=0.

3.64. $F_1=F_2=9{,}64\cdot10^4$ Н; $F_3=F_4=4{,}7\cdot10^4$ Н; $F_5=F_6=-0{,}22\cdot10^4$Н; N_1=0; N_2=564 кВт; $N_3=N_4$=275 кВт; N_5=-11,4 кВт; N_6=0.

3.65. $F_1=F_2=12{,}89\cdot10^4$ Н; $F_3=F_4=18{,}88\cdot10^4$ Н; $F_5=F_6=9{,}03\cdot10^4$Н; $F_7=F_8=-8{,}3\cdot10^4$Н; $F_9=F_{10}=5{,}16\cdot10^4$Н; N_1=0; N_2=164,5 кВт; N_3=241 кВт; N_4=1100 кВт; $N_5=N_6$=528 кВт; N_7=-43кВт; N_8=-9,4 кВт; N_9=65,8 кВт; N_{10}=0.

3.66. $F_1=F_2=11{,}14\cdot10^4$ Н; $F_3=F_4=19{,}39\cdot10^4$ Н; $F_5=F_6=9{,}03\cdot10^4$Н; $F_7=F_8=-1{,}34\cdot10^4$Н; $F_9=F_{10}=6{,}9\cdot10^4$Н; N_1=0; N_2=177,8 кВт; N_3=309,4 кВт; N_4=1495,5 кВт; $N_5=N_6$=696 кВт; N_7=-91,3кВт; N_8=-18,9 кВт; N_9=110 кВт; N_{10}=0.

3.67. $F_1=F_2=9{,}86\cdot10^4$ Н; $F_3=F_4=16{,}78\cdot10^4$ Н; $F_5=F_6=6{,}77\cdot10^4$Н; $F_7=F_8=-3{,}26\cdot10^4$Н; $F_9=F_{10}=3{,}68\cdot10^4$Н; N_1=0; N_2=125,8 кВт; N_3=214 кВт; N_4=982 кВт; $N_5=N_6$=395,8 кВт; N_7=-168,5кВт; N_8=-36,8 кВт; N_9=46,9 кВт; N_{10}=0.

3.68. h_1=66,66 м; h_2=356,4 м; h_3=76,9 м.

3.69. t_2=43,8 с.

3.70. T=56,08; $T_п$=86,08 с.

3.71. H=731,5 с.

3.72. $a_1=a_3$=0,7 м/с^2.

3.73. a_1=0,67 м/с^2.

3.74. $F_1=6{,}5\cdot10^4$ Н; $F_3=3{,}65\cdot10^4$ Н; $F_3=F_4=2{,}35\cdot10^4$ Н; $F_5=F_6=5{,}59\cdot10^4$Н; $F_7=F_8=2{,}35\cdot10^4$Н; $F_9=F_{10}=-0{,}88\cdot10^4$Н; $F_{11}=F_{12}=2{,}35\cdot10^4$ Н; $F_{13}=1{,}06\cdot10^4$; $F_{14}=-0{,}246\cdot10^4$; N_1=0; N_2=46,6 кВт; $N_3=N_4$=30 кВт; N_5=71,3 кВт; N_6=242 кВт; $N_7=N_8$=102 кВт; N_9=-33,8 кВт; N_{10}=-9,9 кВт; $N_{11}=N_{12}$=30 кВт; N_{13}=13,5 кВт; N_{14}=0.

3.75. $m_п$=54860 кг.

3.76. a’=a” =0,22 м/с^2.

3.77. k=1,2.

3.78. a_{1max}=1,278 м/с^2; a_1=1,022 м/с^2; $a_{3мах}$=1,622 м/с^2;$a_З$=1,3 м/с^2.

3.79. $a_п$=0,4 м/с^2; $a_о$=-0,4 м/с^2;

3.80. $h_{п1}$=41,15 м; h_{01}=84,87 м.

3.81. $F_{экв}$=2,70·10^4 Н; W=2,66 кВт·ч.

3.82. $F_{экв}$=5,27·10^4 Н; W=4,9 кВт·ч.

3.83. $F_{экв}$=2,63·10^4 Н, с учетом допустимого перегруза при подъеме $F_{экв}$=3,06·10^4 Н; W=3,27 кВт·ч.

3.84. $F_{экв}$=5,32·10^4 Н, с учетом допустимого перегруза при подъеме $F_{экв}$=6,64·10^4 Н; W=8,2 кВт·ч.

3.85. $F_{экв}$=5·10^4 Н, с учетом допустимого перегруза при подъеме $F_{экв}$=5,53·10^4 Н; W=7,6 кВт·ч.

3.86. $F_{экв}$=9,53·10^4 Н, с учетом допустимого перегруза при подъеме $F_{экв}$=10,77·10^4 Н; W=20,6 кВт·ч.

3.87. $F_{экв}$=7,11·10^4 Н, с учетом допустимого перегруза при подъеме $F_{экв}$=8,44·10^4 Н; W=11,5 кВт·ч.

3.88. К=5,81; К’=1,46; К”=2,35.

3.89. $a_с$=2,93 м/с^2; $a_п$=4,14 м/с^2;$p_п$=0,48 МПа; $p_р$=0,653 МПа.

3.90. $m_{гр}$=950 кг; 10 плит. Не будет.

3.91. $К_р$=2,06; $a_с$=1,54 м/с^2; $a_п$=3,09 м/с^2.

3.92 $a_п$=3,87 м/с^2; $a_с$=1,89 м/с^2; $a_{пер}$=2,97 м/с^2; $a’_{пер}$=2,89 м/с^2; $М_т$=460,7 кН·м; $М_1$=412 кН·м; $m_{гр}$=1431 кг; n=58; F=103,5 мм; $p_п$=0,224 МПа; $p_р$=0,46 МПа.

3.93. $М_т$=182,3 кН·м; F=112,7 мм; $p_п$=0,207 МПа; $p_р$=0,5 МПа.

3.94. $Т_{1п}$=397,4 кН; $Т_{2п}$=335,3 кН; $Т_{1с}$=$Т_{1п}$·$Т_{2с}$=$Т_{2п}$; $Т_{1пер}$=$Т_{2п}$; $Т_{2пер}$=309,1 кН; $Т’_{1пер}$=342,5 кН; $Т’_{2пер}$=302 кН; $a_п$=3,49 м/с^2; $a_с$=2,34 м/с^2; $a_{пер}$=3,2 м/с^2; $a’_{пер}$=2,65 м/с^2.

3.95. $М_1$=344,8 кН·м; $М_т$=303 кН·м

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дзюбан В.С., Риман Я.С., Маслий А.К.* Справочник энергетика угольной шахты. — М.: Недра, 1983.

2. *Повышение* эффективности шахтных пневматических установок: Руководящий технический материал РТМ 0204007 — 86. — Донецк: Министерство угольной промышленности СССР, ВНИИГМ им. М.М.Федорова, 1986.

3. *Правила* безопасности в угольных и сланцевых шахтах. — М.: Недра, 1986.

4. *Правила* технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. — М.: Недра, 1976.

5. *Руководство* по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок / В.Р. Бежок, Б.Н. Чайка, Н.Ф. Кузьменко и др. — М.: Недра, 1982.

6. *Хаджиков Р.Н., Бутаков С.А.* Горная механика. — М.: Недра, 1982.

7. *Шахтные* вентиляторные установки главного проветривания. Справочник/ Г.А. Бабак, К.П. Бочаров, А.Т. Волохов и др. — М.: Недра, 1982.

Приложение 1

Насос	Число ступеней насоса	Оптимальная подача, $м^3/с$	Напор одного рабочего колеса $H_к$, м	Рабочая часть характеристики, $м^3/ч$	К.п.д.	Синхронная частота вращения двигателя, $с^{-1}$	$H_{в\ доп}$ при температуре воды 25 ^oC	Напор одного рабочего колеса при нулевой подаче $H_{к.о}$, м	Коэффициенты	
									$A \cdot 10^{-2}$	$B \cdot 10^{-4}$
ЦНСК 500-160÷800	2-10	500	80	380-640	0,73	1500	4,5	81,3	2,413	0,5514
ЦНС 300-120÷600	2-10	300	60	220-380	0,71	1500	5	66,9	4,01	2,21
ЦНС 300-650÷1040	5-8	300	130	220-380	0,76	3000	-2	132,5	14,48	5,104
ЦНС 180-500÷900	5-9	180	100	130-220	0,72	3000	5	105,0	9,913	7,012
ЦНС 180-85÷425	2-10	180	42,5	130-220	0,7	1500	5	47,4	6,9	5,3
ЦНС 105-98÷490	2-10	105	49	80-130	0,68	3000	4,5	53,5	16,81	20,08
ЦНС 60-66÷330	2-10	60	33	50-80	0,7	3000	6	40,4	5,157	28,75
ЦНС 60-50÷250	2-10	60	25	50-80	0,63	1500	6	27,6	7,701	19,94
ЦНС 38-44÷220	2-10	38	22	28-50	0,69	3000	6	27,0	16,88	78,79

Приложение 2

Трубы стальные бесшовные горячедеформированные (ГОСТ 8732—78)

Наружный диаметр, мм	Линейная плотность труб (кг/м) при толщине стенки, мм												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	17	18
95	8,98	11,10	13,17	15,19	17,16	19,09	20,96	22,79	24,56	27,97	31,17	32,70	34,18
102	9,67	11,96	14,21	16,40	18,55	20,64	22,69	24,69	26,63	30,38	33,93	35,64	37,29
108	10,26	12,70	15,09	17,44	19,73	21,97	24,17	26,31	28,41	32,46	36,30	38,15	39,95
114	10,85	13,44	15,98	18,47	20,91	23,31	25,65	27,94	30,19	34,53	38,67	40,67	42,62
121	11,54	14,30	17,02	19,68	22,29	24,86	27,37	29,84	32,26	36,94	41,63	43,60	45,72
127	12,13	15,04	17,90	20,72	23,48	26,19	28,85	31,47	34,03	39,01	43,80	46,12	48,39
133	12,73	15,78	18,79	21,75	24,66	27,52	30,33	33,10	35,81	41,09	46,17	48,63	51,05
140	-	16,65	19,83	22,96	26,06	29,08	32,06	35,00	37,88	43,50	48,93	51,57	54,16
146	-	17,39	20,72	24,00	27,23	30,41	33,54	36,62	39,66	45,57	51,30	54,08	56,82
152	-	18,13	21,60	25,03	28,41	31,74	35,02	38,25	41,43	47,65	53,66	56,60	59,48
159	-	18,99	22,64	26,24	29,79	33,29	36,75	40,15	43,50	50,06	56,43	59,53	62,59
168	-	20,10	23,97	27,79	31,57	35,29	38,97	42,59	46,17	53,17	59,98	63,31	66,59
180	-	21,58	25,75	29,87	33,93	37,95	41,93	45,85	49,72	57,31	64,71	68,34	71,91
194	-	23,31	27,82	32,28	36,70	41,06	45,38	49,64	53,86	62,15	70,24	74,21	48,13
203	-	-	29,15	33,84	38,47	43,06	47,60	52,09	56,52	65,25	73,79	77,98	82,12
219	-	-	31,52	36,60	41,63	46,61	51,54	56,43	61,26	70,78	70,10	84,69	89,23
245	-	-	-	41,09	46,76	52,38	57,95	63,48	68,95	79,76	90,36	95,59	100,77
273	-	-	-	45,92	52,28	58,60	64,86	71,07	77,24	89,42	101,41	107,33	113,20
299	-	-	-	-	57,41	64,37	71,27	78,13	84,93	98,40	111,67	118,23	124,74
325	-	-	-	-	62,54	70,14	77,68	85,18	92,63	107,38	121,93	129,13	136,28
351	-	-	-	-	67,67	75,91	84,10	92,23	100,32	116,35	132,19	140,03	147,82
377	-	-	-	-	-	81,68	90,51	99,29	108,02	125,33	142,45	150,93	159,36
402	-	-	-	-	-	87,23	96,67	106,07	115,42	133,96	152,31	161,41	170,46
426	-	-	-	-	-	92,56	102,59	112,58	122,52	142,25	161,78	171,47	181,11
450	-	-	-	-	-	97,88	108,51	119,09	129,62	150,53	171,25	181,53	191,77

Приложение 3

Данные о потребителях сжатого воздуха

Наименование механизма	Тип механизма	Расход воздуха $V_п$, $м^3$/мин							
			$к_{из}$	$к_д$	$к_з$	$к_п$	$к_в$	$к_{01}$	$к_{02}$
Щитовые агрегаты Комбайны	АЩ, АЩМ	96	1,00	0,80	0,80	0,80	1,00	0,64	0
	Темп, КТ	48	1,00	0,70	0,75	0,80	1,00	0,52	0
	Поиск-2	42	1,00	0,70	0,75	0,80	1,00	0,52	0
Отбойные молотки Бурильные молотки Маслостанции	МО 6П	1,1	1,15	0,75	1,00	0,70	0,75	0,62	0,14
	ПР 27	4,3	1,15	0,80	1,00	0,80	0,36	0,33	0,20
	СНУ-5п	42	1,10	0,80	0,45	0,80	0,75	0,30	0,03
	УН-35	14	1,10	0,80	1,00	0,80	0,20	0,18	0,12
Породопогрузочные машины	ППН-1С	20	1,10	0,75	0,27	0,80	0,32	0,07	0,01
	ППН-3П	35	1,10	0,75	0,27	0,80	0,32	0,07	0,01
	1П ПН-5П	55	1,10	0,75	0,27	0,80	0,32	0,07	0,01
Лебедки:									
комбайновая	1ЛГКН	21	1,10	0,80	0,60	0,60	1,00	0,53	0
вспомогательные	ШВП	21	1,15	0,90	0,80	0,60	0,10	0,08	0,06
	ШМП-14								
маневровые	ЛПР-3	14	1,15	0,90	0,80	0,60	0,10	0,08	0,06
	ЛВП-23								
	ЛВП-13	7,2	1,15	0,90	0,80	0,60	0,10	0,08	0,06
	ВМП-4	32	1,15	0,90	0,80	0,60	0,10	0,08	0,06
Вентиляторы	ВМП-5	5,0	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,80	0
	ВМП-6	8,0	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,80	0
	БГА	20,0	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,80	0
Буровые установки	1БУ1	18	1,10	0,85	0,85	0,50	0,50	0,40	0,16
	Стрела 77	10	1,10	0,85	0,85	0,50	0,50	0,40	0,16
		48	1,10	0,85	0,85	0,50	0,50	0,40	0,16

Приложение 4

Технические характеристики некоторых унифицированных неопрокидных клетей

Клеть	Ширина в свету мм	Собственная масса клети, кг	Масса полезного поднимаемого груза, кг	Тип вагонетки
1УКН 1,55-1	960	1520	2100	ВГ-0,8
2УКН 1,55-1	960	2445	4200	ВГ-0,8
1УКН 1,9-2	960	2200	2500	ВГ-1,1
2УКН 1,9-2	960	3320	5000	ВГ-1,1
1УКН 2,55-3	1020	2810	3000	ВГ-1,3
2УКН 2,55-2	1020	4090	6000	ВГ-1,4
1УКН 3,3-2	1000	2990	3600	ВГ-1,3
2УКН 3,3-3	1000	5700	7200	ВГ-1,4
1УКН 3,6-3	1400	3480	5200	ВГ-1,6
2УКН 3,6-2	1400	6930	10400	ВГ-1,6
1УКН 4-2	1476	5080	6600	ВГ-2,5
1УКН 4-3	1476	5000	6600	ВГ-2,5
2УКН 4-3	1476	8474	13200	ВГ-3,3
1УКН4-4	1476	6300	6600	ВГ-3,3
2УКН 4-4	1476	9600	13200	ВГ-3,3

Примечание. В шифре клети первая цифра – число этажей клети; УК – унифицированная клеть; Н – неопрокидная; вторая цифра – длина клети по раме, м; шифры после дефиса: 1 – проводники деревянные, 2 – то же, рельсовые двусторонние, 3 – то же, односторонние, 4 – клеть с прицепным устройством для уравновешивающего каната.

Приложение 5

Технические характеристики скипов с неподвижныи (неопрокидным) кузовом

Скип	Грузоподъемность, т		Масса скипа вместе с подвесным устройством, т	Затвор	Размеры скипа в плане, мм	
	Уголь	Порода			длина	ширина
2СН4-1	3,3	5,3	-	Секторный	1700	1350
2СН5-1	4,2	6,7	-	То же Клапанный	1850	1540
3СН5-1	-	6,7	7,17	То же	1400	1700
3СН5-2	-	6,7	10,6	Секторный	1400	1700
2СН7-1	5,6	9,0	7,54	То же	1850	1540
2СН9,5-1	8,5	13,6	8,46	-“-	1850	1540
2СН9,5-2	8,5	13,6	13,4	Клапанный	1850	1700
3СН9,5-1	-	13,6	9,84	То же	1400	1700
3СН9,5-2	-	13,6	14,4	-“-	1400	1700
3СН11-1	-	15	11,3	-“-	1600	1700
3СН11-2	-	15	14,9	Секторный	1600	1540
1СН11-1	9,3	15	8,9	То же	1850	1540
1СН11-2	9,3	15	13,9	-“-	1850	1740
5СН11-1	9,3	-	8,62	-“-	2230	1740
5СН11-2	9,3	-	-	-“-	2230	1740
2СН15-1	13	-	10,8	-“-	2230	1740
2СН15-2	13	-	16,7	-“-	2230	1700
1СН15-2	-	21	-	Клапанный	1600	1740
1СН20-1	17,5	-	11,9	Секторный	2230	1740
1СН20-2	17,5	-	16,6	Секторный	2230	2200
3СН20-2	17,5	-	17,8	То же	2800	1900
1СН25-2	21	-	21,2	-“-	2350	2200
2СН25-2	21	-	20,9	-“-	2800	1900
1СН35-2	30	-	26,7	-“-	2350	1900
2СН35-2	30	-	25,7	-“-	2800	2200

Примечание. В шифре скипа первая цифра – порядковый номер типоразмера; СН – скип с неподвижным (неопрокидным) кузовом; далее объем скипа ($м^3$) и после дефиса: 1 – одноканатный подъем; 2 – многоканатный подъем.

Приложение 6

Данные некоторых стандартных подъемных круглопрядных канатов

Тип и конструкция каната	Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, мм^2	Расчетная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, н/мм^2				
				1470	1568	1666	1764	1862
				Суммарное разрывное усилие всех проволок в канате, Н				
	22,5	188,50	1854,0	277000	295500	314000	332500	350500
	24	216,42	2132,0	318000	339000	360500	381500	402500
	25,5	246,27	2426,0	362000	386000	410000	434000	458500
	27,5	278,10	2739,0	408500	436000	463000	490500	517500
	29	311,77	3071,0	458000	488500	519000	549500	580500
	32	382,52	3768,0	562000	599500	637000	674500	712000
	35,5	463,20	4562,5	680500	726000	771500	817000	860000
	38,5	548,71	5405,0	806500	860000	914000	967500	1020000
	42	644,55	6349,0	947000	1010000	1070000	1135000	1200000
	45	751,01	7397,5	1100000	1175000	1250000	1320000	1395000
	48,5	862,51	8496,0	1265000	1350000	1435000	1520000	1605000
	33	420,96	4156,0	618500	660000	701000	742500	783500
	36,5	503,09	4965,0	739500	788500	838000	887000	936500
	39,5	615,95	6080,0	905000	965500	1025000	1085000	1145000
	43	717,18	7120,0	1050000	1120000	1190000	1265000	1335000
	46,5	850,76	8400,0	1250000	1330000	1415000	1500000	1580000
	50,5	1006,85	9940,0	1480000	1575000	1675000	1775000	1870000
	53,5	1131,96	11150,0	1660000	1770000	18850000	1995000	2105000
	56,0	1219,89	12050,0	1790000	1910000	2030000	2150000	-
	58,5	1314,56	13000,0	1930000	2060000	2190000	2315000	-
	60,5	1446,74	14250,0	2125000	2265000	2410000	2550000	-
	63,0	1538,92	15200,0	2260000	2410000	2560000	2710000	-

Примечание: 1. Канаты, разрывное усилие которых указано справа от линии, изготавливают из проволоки без покрытия. По согласованию с потребителем допускается изготовление канатов из оцинкованной проволоки. 2. Сведения о канатах ЛК-3 и ЛК-РО даны соответственно по ГОСТ 7665-80 и ГОСТ 7668-80.

Приложение 7

Данные некоторых стандартных плоских канатов

Размеры каната, мм		Расчетная площадь сечения всех проволок, мм^2	Расчетная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, Н/мм^2				
ширина	толщина			1470	1568	1666	1764	1862
				Суммарное разрывное усилие всех проволок в канате, Н				
95	15,5	458,66	4530	647000	719000	764000	809000	871000
107	17,5	579,31	5720	851500	908000	965000	1020000	1075000
119	19,5	714,0	7050	1045000	1115000	1185000	1255000	1325000
124	20	579,05	6050	851000	907500	964500	1020000	1075000
139	22,5	732,87	7690	1075000	1145000	1220000	1290000	1360000
145	23,5	816,56	8560	1200000	1280000	1360000	1440000	1520000
154	25	904,75	9430	1325000	1415000	1505000	1595000	1680000
170	27,5	1094,77	11500	1605000	1715000	1820000	1930000	2035000
186	30	1302,88	13610	1915000	2040000	2170000	2295000	2425000

Примечания. 1. Канаты, разрывное усилие которых указано справа от жирной линии, изготавливаются из проволоки без покрытия. По согласованию с потребителем допускается изготовление канатов из оцинкованной проволоки. 2. Сведения о плоских канатах даны по ГОСТ 3091-80 и 3092-80.

Приложение 8

Технические характеристики двухбарабанных подъемных машин с цилиндрическими барабанами НКМЗ

Параметры	Тип машины						
	2Ц-4х 1,8	2Ц-4х 2,3	2Ц-5х 2,8	2Ц-5х 2,4	2Ц-6х 2,4	2Ц-6х 2,8	2Ц-6х2, 8У
Максимальное статическое натяжение ветви каната на барабане, кГ	220	250	280	560	320	360	560
Максимальная разности статических натяжений канатов, кН	160	160	210	400	240	270	400
Максимальный диаметр каната, мм	50	50	53,5	53,5	63	63	63
Максимальная скорость, м/с	12	14	16	14	16	16	16
Динамический момент инерции машины приведенный к тихоходному валу, без редуктора и электродвигателя, т·м^2	360	500	1000	4400	2000	2500	6400

Приложение 9

Технические характеристики однообарабанных подъемных машин с разрезными цилиндрическими барабанами НКМЗ

Параметры	Тип машины			
	ЦР-4х3/0,7	ЦР-5х3/0,6	ЦР-6х3/0,6	«Р-6х3,4/0,6
Максимальное статическое натяжение ветви каната на барабане, кН	250	280	320	360
Максимальная разность статических натяжений канатов, кН	160	210	240	270
Максимальный диаметр каната, мм	50	53	63	63
Максимальная скорость, м/с	12	14	16	16
Динамический момент инерции машины, приведенный к тихоходному валу, без редуктора и электродвигателя, $т/м^3$	300	680	1200	1400

Приложение 10

Технические характеристики многоканатных подъемных машин Донецкого машиностроительного завода им. Ленинского комсомола Украины (ДМЗ им. ЛКУ)

Параметры	Машины						
	ЦШ 2,1х4	МК 2,25х4	МК 3,25х4	ЦШ 4х4 МК 4х4	ЦШ 5х4	МК 5х4	ЦШ 5х8
Максимальное статическое натяжение ветви каната, КН	265	340	500	800(770)	1450	1200	2150
Максимальная разность статических натяжений канатов, кН	80	120	32,5	250	350	250	500
Максимальный диаметр каната, мм	27	28	32,5	40	50	50	50
Максимальная скорость подъема, м/с	11	12	14	14	16	16	16
Расстояние между канатами на канатоведущем шкиве, мм	250	250	300	300	300	300	300
Динамический момент инерции машин без редуктора и электродвигателей, т·м^2	22	30	74	210(192)	625	500	1100
Высота подъема, м	1200	1200	1200	1000	1600	1600	1600

Примечание. Данные в скобках относятся к машине МК 4х4

Приложение 11

Технические характеристики редуктора подъемных машин

Редуктор	Передаточное число	Максимальный крутящий момент на ведомом валу, кН·м	Допустимая чатота вращения ведущего вала об/мин	Динамический момент инерции редуктора, т·м^2	Типоразмер машин, с которыми применяются редукторы
2ЦО-18	10,5	320; 280	500	91; 98	2Ц-4х1,8
2 ЦОН-18	11,5	(360; 320)			2Ц-4х2,3
					ЦР-4х3/0,7
ЦД-20	20	380	650	100	2Ц-4х1,8
ЦДН-20					2Ц-4х2,3
2ЦО-22	10,5	270; 480	500	250; 280	2Ц-5х2,4
2ЦОН-2 2	11,5	(750; 700)			2Ц-6х2,4
					2Ц-6х2,8
					ЦР-5х3/0,6
					ЦР-6х3/0,6
					БЦК-9/5х2, 5
2ЦД-14	6; 7,35; 10,5; 11,5	200	750	12; 18; 24; 26	ЦШ 2,1х4
					МК 2,25х4
2ЦД-17	7,35; 10,5; 11,5	540	600	42,7; 49,5; 66,4	МК 3,25х4
					МК 4х4
					ЦШ 4х4
2ЦД-20	7,35; 10,5; 11,5	300; 360; 360	600	91; 133; 157	МК 4х4
					ЦШ 4х4

Примечания. 1. В шифрах редукторов: Ц – цилиндрический; О – одноступенчатый; Д – двухступенчатый; Н – зацепление Новикова; число после буквенного обозначения – межцентровое расстояние между осями быстроходного и тихоходного валов (см; дм); цифра 2 перед буквенным обозначением – двухприводный редуктор. 2. При двухдвигательном приводе значения крутящих моментов удваивают. 3. Данные в скобках – для редукторов ЦОН.

Приведены задачи по вентиляторным, водоотливным, пневматическим и подъемным установкам горной промышленности. В каждом разделе даны

основные теоретические положения, расчетные формулы и пояснения к ним, краткие справочные данные, числовые примеры решения задач. Часть задач имеет подробные решения, ко всем остальным приведены ответы.

Для учащихся горных техникумов, обучающихся по специальностям “Подземная разработка рудных и нерудных месторождений" и “Горная электромеханика

Учебное издание

Сергей Валерьевич Белов
Валентин Яковлевич Потапов
Алексей Владимирович Долганов
Петр Андреевич Костюк

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Учебное пособие
по дисциплинам: «Стационарные машины», «Горные машины и оборудование», «Грузоподъемные машины и механизмы», «Насосы и компрессоры»
для выполнения контрольных и расчетно-графических работ студентов направлений: специалитета 21.05.04 – Горное дело, бакалавриата 15.03.02 – Технологические машины и оборудование
всех форм обучения

Редактор *В. В. Баклаева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 10,375. Уч.-изд. л. 9,27. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Потапов В. Я., Белов С. В., Макаров Н. В., Горшкова Э. М.

КОНСТРУКЦИИ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных и практических работ для студентов специальностей 21.04.05 Горное дело, 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Екатеринбург
2019

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
″19_″____апреля__2019 г.
Председатель комиссии
_____доц. В. П. Барановский

КОНСТРУКЦИИ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных и практических работ для студентов специальностей 21.04.05 Горное дело, 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Рецензент: Н.М.Суслов, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой горных машин и комплексов ФГБОУ ВО «УГГУ»

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры горной механики «_18 _» _апреля_ 2019 г. (протокол №_179) и рекомендованы для переиздания в УГГУ

Потапов В. Я., Белов С. В., Макаров Н. В., Горшкова Э. М.
КОНСТРУКЦИИ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ: Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных и практических работ для студентов специальностей 21.04.05 «Горное дело», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»/ Потапов В. Я., Белов С. В., Тимухин С. А., Макаров Н. В., Горшкова Э. М. - Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2019.-70 с.

Учебно-методическое пособие содержит необходимые материалы для самостоятельного изучения студентами специальности 21.04.05 «Горное дело» конструкций насосов и вентиляторов, применяемых в горнодобывающей промышленности, их классификацию и обозначение, а также вопросы для самопроверки.

Потапов В. Я., Белов С. В.,
Макаров Н. В., Горшкова Э. М., 2019
© Уральский государственный
горный университет

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 6

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТОВ 6

НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРОВ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ 7

К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ 7

Ц-15 8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ И ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ 9

Принципиальные схемы и устройство вентиляторов 10

Различия центробежных и осевых вентиляторов 13

Вопросы для самопроверки 13

3.3. Конструктивные элементы шахтных центробежных вентиляторов главного проветривания 14

3.4. Конструктивные элементы шахтных осевых вентиляторов главного проветривания 19

3.6. Устройство и конструктивные элементы осевых одноступенчатых вентиляторов 24

3.5. Устройство и конструктивные элементы шахтных вентиляторов местного проветривания 32

3.5.1. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с электроприводом 39

3.5.2. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с пневмоприводом 41

3.5.3. Шахтные центробежные вентиляторы местного проветривания (рис. 8,б). 42

НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ НАСОСОВ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ 49

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ 52
Основные конструктивные элементы 52
Особенности конструкций центробежных насосов серии К, Д, ЦНС 66
Винтовые насосы 1В20/10, 1В20/5 и 1В6/5 76
Станок-качалка 82
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 90

ВВЕДЕНИЕ

Важную роль в развитии добывающей промышленности и обеспечении жизнедеятельности горнодобывающих предприятий играют насосные и вентиляторные установки. От их работы существенно зависят безопасность и санитарные условия труда трудящихся. Вот почему в своей практической деятельности инженеру часто приходится сталкиваться с вопросами, связанными с эксплуатацией вентиляторов и насосов. При изучении дисциплин ″Гидравлика, гидро- и пневмопривод″, ″Стационарные машины″, ″Горные машины и оборудование″ студенты наряду с теоретическими основами дисциплины должны изучить конструкции вентиляторов и насосов. Это поможет им в значительной мере углубить и конкретизировать теоретические представления и подготовиться к решению различного рода практических задач, связанных с вопросами транспортирования жидкостей и газов в промышленности.

Лабораторный практикум предназначен для ознакомления с основными конструктивными и аэрогидродинамическими схемами насосов и вентиляторов, методикой их изучения и правилами оформления отчетов по результатам выполненных работ. Цель каждой лабораторной работы определена ее названием.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТОВ

Тема лабораторной работы на каждое занятие объявляется студентам заблаговременно.

До прихода в лабораторию студент обязан ознакомиться с содержанием и методикой выполнения лабораторной работы.

Лабораторная работа выполняется студентом индивидуально с оформлением отчета в электронном виде. Отчет содержит название и цель работы, назначение и описание конструкций устройств, эскизы устройств или ксерокопию.

К выполнению следующей лабораторной работы студент допускается только после представления отчета по предыдущей работе.

Отчеты защищаются в индивидуальном порядке, в форме беседы с преподавателем. Перечень основных контрольных вопросов приводится в тексте. По результатам собеседования выставляется оценка в журнале, которая учитывается при сдаче экзамена.

НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРОВ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ

Следует помнить, что вентилятором называется машина, предназначенная для транспорта воздуха и других газов и создающая приращение полного давления до 12500 Па.

Необходимо знать, что по назначению шахтные вентиляторы подразделяются на: вентиляторы главного проветривания, предназначенные для проветривания всех выработок шахты, ее блока или крыла, за исключением отдельных тупиковых выработок; вспомогательные вентиляторы, предназначенные для проветривания стволов и капитальных выработок при строительстве шахт, а также отдельных участков шахтной вентиляционной сети и камер околоствольного двора при эксплуатации шахт; вентиляторы местного проветривания, предназначенные для проветривания отдельных тупиковых выработок. Эти вентиляторы отличаются друг от друга своими размерами, подачей и мощностью, а вентиляторы местного проветривания – от первых групп и своей конструкцией.

Студенты должны знать, что в зависимости от типа рабочего колеса и характера протекания через него воздушного потока вентиляторы в свою очередь можно подразделить на центробежные (радиальные) и осевые. Оба вида машин обеспечивают непрерывное равномерное перемещение воздуха.

Серьезное внимание необходимо обратить на номенклатуру выпускаемых в настоящее время заводами шахтных вентиляторов (классификация и соответствующая ей номенклатура приведены на рис. 1).



Рис.1. Классификация и номенклатура шахтных вентиляторов

Буквы перед цифрами в обозначениях (шифрах) вентиляторов означают:

<u>у центробежных:</u>

У– установка

В – вентилятор,

Ц – центробежный,

Д – двухстороннего всасывания,

М – местного проветривания;

Г – газоотсасывающие.

<u>осевые вентиляторы:</u>

В – вентилятор,

О – осевой,

Д – двухступенчатый,

М – местного проветривания,

П – с пневматическим приводом.

Цифры в обозначениях вентиляторов означают:

- у вентиляторов главного проветривания и вспомогательных – диаметр рабочего колеса в дециметрах;

- у вентиляторов местного проветривания – диаметр нагнетательного патрубка в дециметрах.

Буквы в обозначениях после цифр означают:

М – модернизированный,

У – узкое колесо,

А – в северном исполнении,

П – с полимерными лопатками рабочих колес.

При заказе вентилятора на заводе в его обозначении дополнительно указывается исполнение по способу регулирования, климатическое исполнение и категория размещения. Так, например, обозначение ВЦ-25МНУХЛ3 означает: центробежный вентилятор одностороннего всасывания с диаметром рабочего колеса 2,5 м, модернизированный (М), регулируемый поворотом лопаток НА(Н), предназначенный для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом (УХЛ) и размещения в закрытых помещениях без искусственного регулирования климатических условий (3).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ И ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Прежде чем приступить к изучению конструкций шахтных вентиляторов и их элементов, следует повторить лекционный материал, относящийся к лопастным машинам (схемы и основные элементы их проточных частей, назначение последних, принципиальные различия центробежных (радиальных и осевых) машин). После этого следует ознакомиться с назначением и классификацией, а также номенклатурой и обозначениями шахтных вентиляторов.

Изучение конструкций вентиляторов следует начинать в аудитории по данному пособию и имеющимся в нем чертежам общих видов вентиляторов и их элементов. Закрепив полученные сведения ответами на вопросы для самопроверки, студенты переходят в лабораторию и изучают устройство вентиляторов и вентиляторных установок по имеющимся там плакатам и натурным образцам вентиляторов и их элементов.

В конце занятия студенты отвечают на контрольные вопросы преподавателя по теме лабораторного занятия и получают по нему зачет.

Принципиальные схемы и устройство вентиляторов

Как центробежные, так и осевые вентиляторы относятся к одному классу – лопастных машин (турбомашин), имеют единый принцип действия и ряд общих элементов. Характерными элементами любой лопастной машины, в том числе и вентиляторов, являются подвод, рабочее колесо (одно или несколько), отвод, вал, подшипники, уплотнения.

На рис. 2 приведены принципиальные схемы центробежных и осевых вентиляторов, применяемых в угольной и горнорудной промышленности. Путь движения воздуха через эти вентиляторы показан на схемах стрелками.

Центробежные (радиальные) вентиляторы по своей аэродинамической и конструктивной схеме подразделяются на вентиляторы одностороннего (рис. 2,а) и двухстороннего (рис. 2,б) всасывания. В первом случае воздух подходит к вентилятору и его рабочему колесу с одной стороны, а во втором - с двух. При прочих равных условиях вентиляторы двухстороннего всасывания имеют подачу большую, чем одностороннего.

Подвод центробежных вентиляторов представляет собой конический сходящийся или коноидальный патрубок (коллектор) 1, в котором происходит «поджатие» потока и тем самым обеспечивается более равномерное распределение скоростей по сечению на входе в рабочее колесо. Элементом подвода большинства шахтных центробежных вентиляторов является также лопаточный направляющий аппарат (НА) 2 с поворотными лопатками. Наконец, у центробежных вентиляторов двухстороннего всасывания (и некоторых вентиляторов одностороннего всасывания) элементом подвода являются также входные коробки 6.

Рабочее колесо 5 центробежного вентилятора одностороннего всасывания (рис. 2,а) состоит из переднего (покрывного) 5,а и заднего (коренного) 5,в дисков, между которыми закреплены сильно загнутые назад лопатки 5,б крылового профиля; ступицы 5,г, к которым крепится диск, а у некоторых вентиляторов и обтекателя,

закрывающего ступицу и обеспечивающего плавный поворот воздушного потока из осевого направления в радиальное. У вентиляторов двухстороннего всасывания (рис. 2,б) всех перечисленных элементов (за исключением ступицы и коренного диска) в два раза больше и расположены они симметрично по обе стороны коренного диска.

Лопатки на рабочем колесе установлены таким образом, что набегающая на поток утолщенная кромка («носик») располагается на меньшем радиусе (во входном сечении), а хвостовая часть – на большем радиусе (в выходном сечении). Угол наклона лопаток на выходе β_2, являющийся характерным параметром аэродинамической схемы вентилятора, у современных шахтных центробежных вентиляторов составляет $25\text{-}30^0$.

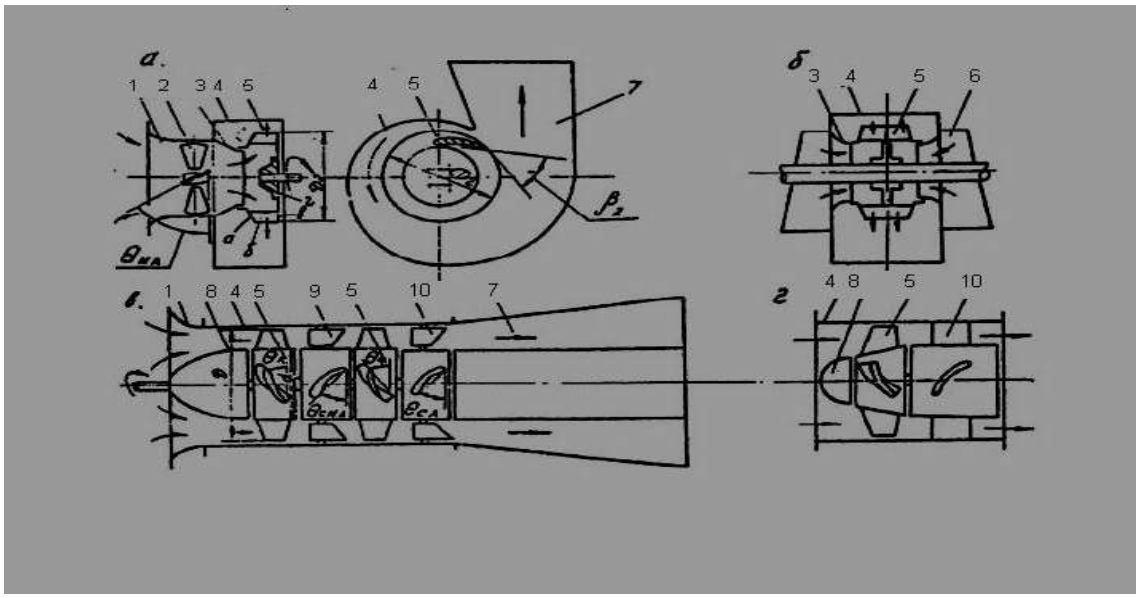


Рис. 2. Принципиальные схемы шахтных вентиляторов:
а – центробежного одностороннего всасывания;
б – центробежного двухстороннего всасывания;
в – осевого двухступенчатого;
г – осевого одноступенчатого с мередиально ускоренным потоком.

Отвод центробежных вентиляторов представляет собой спиральный корпус 4 и следующий за ним диффузор 7, имеющий форму усеченной пирамиды. Здесь происходит уменьшение скорости и повышение статического давления воздушного потока.

Осевые вентиляторы по своей аэродинамической и конструктивной схеме подразделяются на одноступенчатые и многоступенчатые. В шахтной практике для главного и

вспомогательного проветривания применяются обычно двухступенчатые вентиляторы (рис. 2,в), а для местного проветривания – одноступенчатые (рис. 2,г). При прочих равных условиях двухступенчатые вентиляторы создают большее давление, чем одноступенчатые.

Подводом осевых вентиляторов являются коллектор 1 (плавное закругление на входе) и передний обтекатель (кок) 8, обеспечивающие «поджатие» потока и более равномерное поле скоростей на выходе в рабочее колесо. Элементом подвода у некоторых осевых вентиляторов местного проветривания является также лопаточный направляющий аппарат, установленный перед входом в рабочее колесо.

Рабочее колесо 5 осевых вентиляторов представляет собой цилиндрическую втулку**, на которой через равные промежутки укреплены крученые лопатки крылового профиля, расположенные под некоторым углом $\Theta_к$ к направлению вращения рабочего колеса. Лопатки устанавливаются на втулке таким образом, чтобы они двигались вперед уплощенной кромкой («носиком») и набегали на воздух вогнутой стороной профильной части. У вентиляторов главного проветривания лопатки могут поворачиваться во втулке ($\Theta_к$ =15-45^0 на среднем радиусе), а в вентиляторах местного проветривания они закреплены неподвижно. Воздух движется через ометаемое кольцевое пространство между цилиндрическим корпусом 4 и втулкой в осевом направлении.

Элементами отвода осевых вентиляторов являются лопаточный спрямляющий аппарат (СА) 10, служащий для раскручивания воздушного потока, а у вентиляторов главного проветривания и диффузор 7 кольцевой формы, в котором происходит уменьшение скорости и повышение статического давления воздушного потока. В двухступенчатых осевых вентиляторах (рис. 1,в) между рабочими колесами установлен промежуточный спрямляюще-направляющий аппарат (СНА) 9, аналогичный по своему устройству и назначению СА.

* У осевых вентиляторов с меридиональным ускорением потока (рис. 1,г), применяемых для местного проветривания шахт, втулка рабочего колеса имеет форму усеченного конуса, что позволяет при одинаковых диаметрах и окружных скоростях рабочих колес получить большее давление в одной ступени, чем в осевых вентиляторах, имеющих рабочее колесо с цилиндрической втулкой.

Различия центробежных и осевых вентиляторов

Тип рабочего колеса лопастной машины определяет не только конструкцию, но и ее свойства. Поэтому наряду с общностью принципа действия центробежные и осевые вентиляторы имеют как конструктивные так и принципиальные отличия, к которым относятся:

1. Различия аэродинамических форм и конструкций подводов, рабочих колес и отводов.

2. Различие в направлении воздушного потока в вентиляторах: в центробежных – воздушный поток на входе в рабочее колесо направлен вдоль оси, в рабочем колесе он изменяет свое направление из осевого в радиальное на выходе из рабочего колеса, а также в отводе движется в плоскости, нормальной оси вентилятора; в осевых – воздушный поток движется вдоль оси вентилятора как в подводе, так и в рабочем колесе и отводе.

3. Различие в направлении воздушного потока при реверсировании ротора: при изменении направления вращения рабочих колес у тех и других вентиляторов происходит снижение подачи и давления, однако в центробежных вентиляторах направление воздушного потока не изменяется (воздух поступает через подвод в рабочее колесо, а оттуда в отвод), а в осевых вентиляторах направление воздушного потока меняется на обратное (воздух поступает через отвод в рабочее колесо, а оттуда в подвод) т.е. здесь происходит реверсирование воздушной струи.

4. Различие в аэродинамических характеристиках. Различие в основных показателях: при одинаковых диаметрах рабочих колес (в расчета на одно колесо одностороннего всасывания) и их окружных скоростях центробежные вентиляторы имеют меньшие подачи, но развивают большие давления, чем осевые вентиляторы; в то же время шум при работе осевых вентиляторов в этих условиях больше, чем у центробежных.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение вентилятора.
2. Каково назначение подвода, рабочего колеса и отвода вентилятора?

3. Как подразделяются вентиляторы по форме рабочего колеса и характеру движения через него воздуха?
4. Начертите принципиальную схему центробежного вентилятора и укажите на ней его основные элементы и их назначение.
5. Как устроен подвод у центробежных вентиляторов, какие элементы в него входят?
6. Как устроено рабочее колесо центробежного вентилятора?
7. Как устроен отвод центробежных вентиляторов, какие элементы в него входят?
8. Начертите принципиальную схему осевого вентилятора и укажите на ней его основные элементы и их назначение.
9. Как устроен подвод у осевых вентиляторов, какие элементы в него входят?
10. Как устроено рабочее колесо осевых вентиляторов?
11. Как устроен отвод осевых вентиляторов, какие элементы в него входят?
12. Какое различие между вентилятором одностороннего и двухстороннего всасывания?
13. Какие принципиальные различия между центробежными и осевыми вентиляторами?
14. Объясните значения букв и цифр в обозначениях вентиляторов: ВЦД-47,5У, ВОД-21М, ВМП-5, ВМЦ-8.

3.3. Конструктивные элементы шахтных центробежных вентиляторов главного проветривания

Ниже в качестве примера приведено описание устройства шахтного центробежного вентилятора ВЦ-31,5М и конструкции его основных элементов. Другие вентиляторы имеют аналогичное устройство и конструктивные элементы.

Шахтный центробежный вентилятор одностороннего всасывания ВЦ-31,5М (рис. 3) состоит из рабочего колеса 7, вала 3, подшипниковых опор 1 и 8, соединительной муфты 10, корпуса (кожуха) 6, входной коробки 2, входного патрубка 5, направляющего аппарата 4, устройства для одновременного поворота лопаток НА и привода этого устройства. На рис. 3 показаны также электродвигатель 11, датчик скорости 9, которые являются элементами вентиляторной установки.

Корпус (кожух) 6 вентилятора имеет форму спирали постоянной ширины и состоит из двух половин: верхней, представляющей собой сварную конструкцию из листовой и сортовой стали, и нижнюю, выполненную из бетона и являющуюся одновременно фундаментом.

Входная коробка 2, служащая для подвода воздуха из канала к входному патрубку вентилятора, также состоит из двух половин: верхней металлической и нижней, выполненной в бетоне.

Места выхода вала из кожуха и коробки уплотнены фланцами и резиновыми кольцами.

Входной патрубок 5, служащий для подвода воздуха от НА к рабочему колесу, представляет собой металлическую трубу с двумя фланцами, имеющую форму усеченного конуса. Фланец большего диаметра предназначен для крепления входного патрубка к корпусу, а меньшего – для крепления лабиринтного кольца, которое входит в лабиринтное кольцо рабочего колеса и образует лабиринтное уплотнение с равномерным кольцевым зазором порядка 5 мм между вращающимися и неподвижными элементами вентилятора.

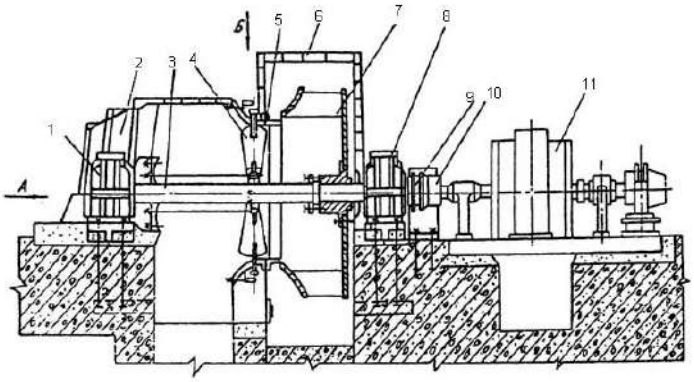


Рис.3. Общий вид вентилятора

На рис. 3 приведен общий вид ротора ВЦ-31,5М и его основные элементы: рабочее колесо 4, вал 9, зубчатая муфта 1, радиальная 2, радиально-упорная 10, подшипниковые опоры.



Рис. Модель центробежного вентилятора ВЦ-31,5

Рабочее колесо состоит из переднего (покрывного) диска 7 конической формы и плоского заднего (коренного) диска 5, между которыми с помощью сварки укреплены через равные промежутки восемь профильных загнутых назад лопаток 6 ступицы 3, на которой на болтах крепится коренной диск 5; лабиринтного кольца 8, укрепленного на переднем диске 7 при входе в рабочее колесо и служащего для обеспечения равномерного минимального зазора (порядка 5 мм) между колесом и входным патрубком, а также придания рабочему колесу большей жесткости.

Ступица 3 рабочего колеса насажена на шейку вала 9 и удерживается от проворота шпонкой 12, а от осевого смещения – гайкой 11, которая навинчивается на вал.

Лопатки рабочего колеса (рис. 4,II) пустотелые крылового профиля сварной конструкции. Каждая лопатка состоит из обечаек (верхней и нижней), носика и хвостовика. Для большей жесткости во внутреннем пространстве лопаток к обечайкам приварены лонжероны.*

* У некоторых шахтных вентиляторов это пространство вместо лонжеронов заполняется вспененным в нем пенопластом, который после затвердения связывает обечайки в единое целое.

Вал 9 вентилятора представляет собой стальную поковку, имеющую посадочные шейки под ступицу рабочего колеса, подшипники и втулку соединительной муфты.

Соединительная муфта 1, предназначенная для соединения валов вентилятора и электродвигателя, в ВЦ-31,5М принята зубчатая двухстороннего зацепления (рис. 4,I). Она состоит из двух зубчатых втулок 13 и 16 с наружными зубьями и двух зубчатых полумуфт 14 и 15 с внутренними зубьями; полумуфты соединяются между собой болтами с гайками. Для предупреждения утечки смазки из полости муфты последняя закрыта с обеих сторон торцевыми крышками 17 с манжетными уплотнениями.

Вентилятор ВЦ-31,5М имеет две подшипниковые опоры (рис. 4), воспринимающие как радиальную, так и осевую нагрузки. Конструктивно они выполнены примерно одинаково.

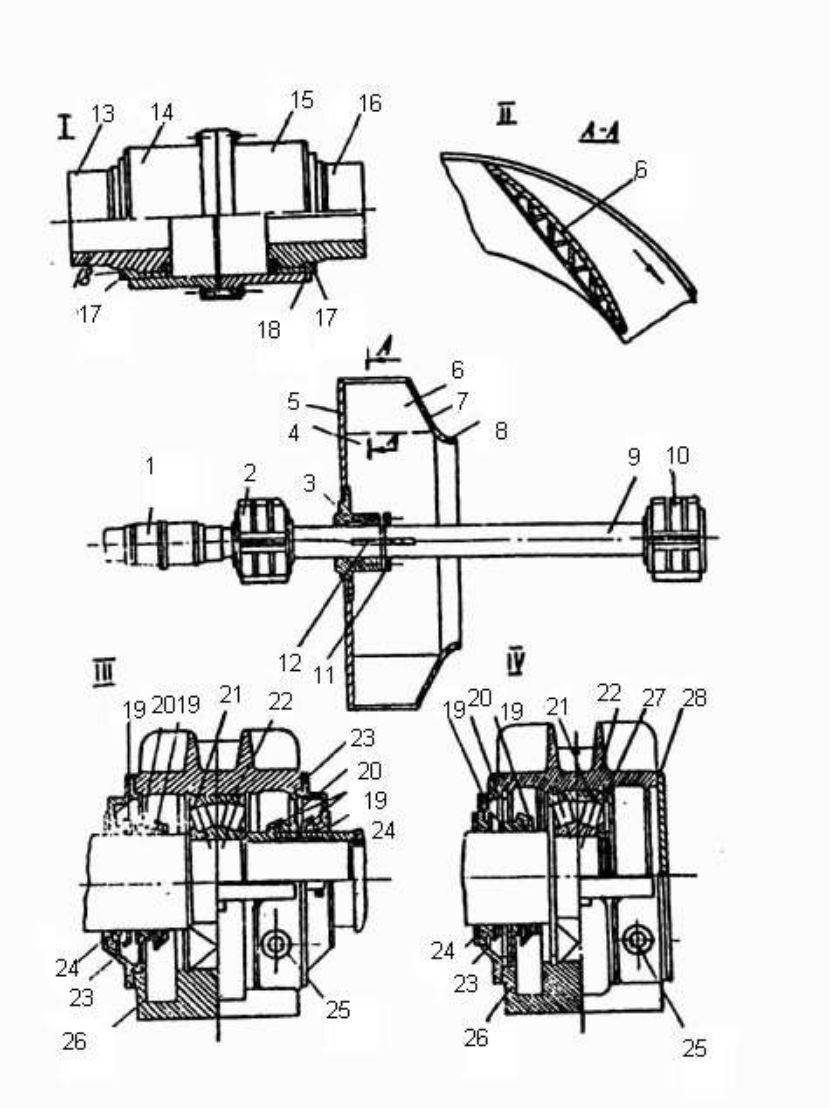


Рис.4. Ротор вентилятора ВЦ-31,5М и его элементы.

Каждая из этих опор (рис. 4,III,IV) имеет литой корпус с разъемом в горизонтальной плоскости, состоящий из двух половин: верхней (крышки) 21 и нижней (основания) 26, двухрядный сферический подшипник 22, торцовые крышки 23 и 28, манжетные уплотнения 24, маслосбрасывающее кольцо 19, диафрагму 20. В радиально-упорной подшипниковой опоре (рис. 4,IV) подшипник зафиксирован от осевого перемещения опорными кольцами 27, а в радиальном (рис. 4,III) подшипник является «плавающим», имеет возможность при работе вентилятора несколько перемещаться относительно корпуса в осевом направлении.

Смазка подшипников – жидкая циркуляционная и осуществляется с помощью маслостанции.

В корпусах подшипниковых опор имеются отверстия для подвода (в верхних их частях) масла, установки термодатчиков, а также магнитных патронов, служащих для отбора случайно попавших в масло металлических включений. Для визуального наблюдения за уровнем масла в корпусе предусмотрено смотровое стекло 25 с делениями.

Направляющий аппарат 4 (см. рис. 3), предназначенный для регулирования режима работы вентилятора и снижения пусковых нагрузок электродвигателя при его включении, расположен между коробкой 2 и входным патрубком 5 вентилятора. Он состоит из разъемного в горизонтальной плоскости цилиндрического корпуса, десяти плоских лопаток трапецеидальной формы с двумя хвостовиками (цапфами) на концах, входящими в стаканы, расположенные в корпусе и в кольцевой ступице, охватывающей с небольшим кольцевым зазором вал вентилятора. Концы хвостовиков лопаток, проходящих через корпус, имеют небольшие барабаны, связанные канатами с приводящим кольцом механизма одновременного поворота лопаток, который в свою очередь связан с приводом НА, имеющим как ручное, так и дистанционное управление.

Для определения фактического угла установки лопаток НА на его корпусе установлена стрелка, а на приводящем кольце – шкала. Концевые выключатели, установленные на корпусе НА, ограничивают крайние положения (углы поворота лопаток $\Theta_{НА}$): 90^0

$(0^0)^*$ - лопатки полностью открыты, т.е. расположены в плоскости вдоль оси НА; и 0^0 (90^0) – лопатки полностью закрыты, т.е. расположены в плоскости, перпендикулярной оси НА.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные конструктивные элементы центробежного вентилятора.
2. Как устроены корпус (кожух) и входная коробка вентилятора и каково их назначение?
3. Какие элементы вентилятора образуют его ротор?
4. Как устроено рабочее колесо вентилятора?
5. Для чего предназначена соединительная муфта и как она устроена?
6. Какие подшипниковые опоры имеет вентилятор, как они устроены и чем отличаются друг от друга?
7. Для чего предназначен направляющий аппарат и как он устроен?

3.4. Конструктивные элементы шахтных осевых вентиляторов главного проветривания

Ниже в качестве примера приведено описание устройства шахтного осевого вентилятора ВОД-40М и конструкции основных его элементов. Другие осевые вентиляторы (ВОД-21М, ВОД-30М, ВОД-50) имеют аналогичные устройства и конструктивные элементы.

Шахтный осевой двухступенчатый вентилятор главного проветривания ВОД-40М (рис. 5) состоит из двух рабочих колес 9, коренного 10 и трансмиссионного 4 валов, радиальной 8 и радиально-упорной 13 подшипниковых опор, двух соединительных муфт 1, коллектора 6, переднего обтекателя (кока) 5, цилиндрического корпуса 7, спрямляющего аппарата (СА) 11, промежуточного спрямляющего аппарата (СНА) 12. На рис. 5 кроме того показаны тормоз 2, датчик скорости 3, кольцевой диффузор 14, маслостанция 15, которые являются элементами вентиляторной установки.

* Здесь без скобок указаны $\Theta_{НА}$, отсчитываемые в соответствии с ГОСТ 5976-73, а в скобках - $\Theta_{НА}$, принятые до сих пор в заводских инструкциях и проектных материалах.

Передний обтекатель (кок) 5 и коллектор 6, являющиеся элементами подвода и служащие для обеспечения плавного подвода воздушного потока к первому колесу, выполнены сварными из листовой и сортовой стали и имеют разъем в горизонтальной плоскости по оси вентилятора.

Корпус (кожух) 7 вентилятора, имеющий в сборе форму цилиндра, выполнен сварным из листовой и сортовой стали и состоит из четырех продольных секций, соединенных между собой продольными фланцами и болтами с гайками. Нижняя секция имеет опорные стойки под подшипниковые опоры и основание в виде лап для установки и крепления на фундаменте с помощью фундаментальных болтов. В каждой секции встроены поворотные лопатки СНА и СА, причем в боковых секциях по четыре лопатки, а в нижней и в верхней – по три. В корпусе имеются люки для осмотра, съема и поворота лопаток рабочих колес. Зазор между концами лопаток рабочих колес и внутренней

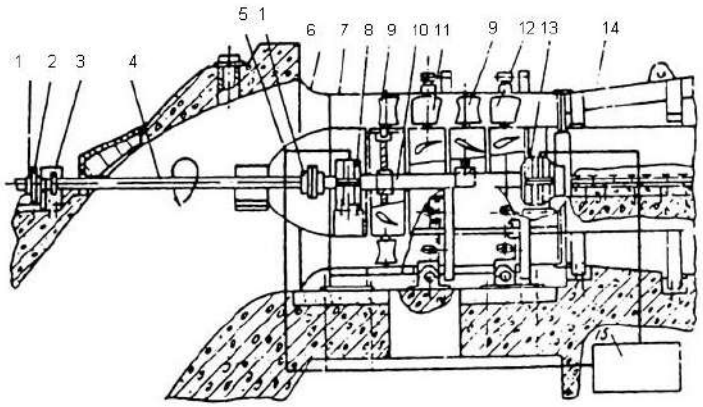


Рис. 5. Общий вид вентилятора ВОД – 40М

поверхностью корпуса должен находиться в пределах 0,7-1,5 % от длины лопаток.

На рис. 6 приведен общий вид ротора и его основные элементы: рабочие колеса первой 4 и второй 8 ступеней; коренной вал 2; радиальная 1 и радиально-упорная 9 подшипниковые опоры.

Рабочее колесо вентилятора 4, 8 (рис. 6) имеет литую цилиндрическую втулку (обод) 6, в гнездах которой через равные

промежутки закреплены двенадцать лопаток 7, центральный диск 5 и ступица 3. Ступица напрессовывается на шейку коренного вала 2 и удерживается от проворота шпонкой 10, а от осевого смещения – гайкой 11, которая навинчивается на вал.

Лопатка рабочего колеса состоит из рабочей (профильной) части и стержня, при помощи которого она крепится к втулке. Профильная часть лопатки выполняется пустотелой из листовой стали толщиной 2-3 мм, сварной по кромке острого угла.. Для предохранения лопатки от истирания угольной и породной пылью, содержащейся в шахтном воздухе, в набегающей на поток передней части лопатки установлен «носик» – литой стальной крученый стержень, приваренный к листам обшивки. Сверху и снизу к обшивке привариваются донышки, предохраняющие от попадания внутрь лопатки пыли и влаги, а в средней части – ребро 4 для большей жесткости.

Крепление обшивки профильной части к стержню производится заклепками, расклепанными впотай с двух сторон. Для этого отверстия в стержне раззенковываются, а обшивка выштамповывается по зенковке.

Для обеспечения постоянства давления по кольцевому сечению, ометаемому лопатками, профильная часть выполняется закрученной по длине (угол крутки порядка 20^0), а также несколько сужающейся в средней части.

Лопатки крепятся в гнезде втулки (см. место 1 на рис. 6) с помощью разрезного упорного кольца 14, входящего в кольцевую канавку на хвостовике стержня и закрепленного надетым на него цельным кольцом 13, которое удерживается планкой 12 и болтами 18. Детали крепления лопатки герметически закрыты кожухом 17 и крышкой 15 от попадания влаги и пыли. От поворота лопатка стопорится винтом 16, конический конец которого входит в углубление на втулке.

Регулирование вентилятора осуществляется вручную при остановленном роторе путем поворота всех лопаток каждой ступени на одинаковый угол в диапазоне $15\text{-}45^0$, (рис. 6, А-А). Деления в градусах нанесены на ободе 6 каждой ступени.

Коренной вал 10 (рис. 5) вентилятора представляет собой стальную поковку, имеющую посадочные шейки под ступицы рабочих колес, подшипники и втулки соединительной муфты.

Трансмиссионный вал 4 (рис. 5), служащий для передачи вращающего момента от вала электродвигателя ротору вентилятора,

также представляет собой стальную поковку с посадочными шейками под втулки соединительных муфт 1 и датчик скорости 3.

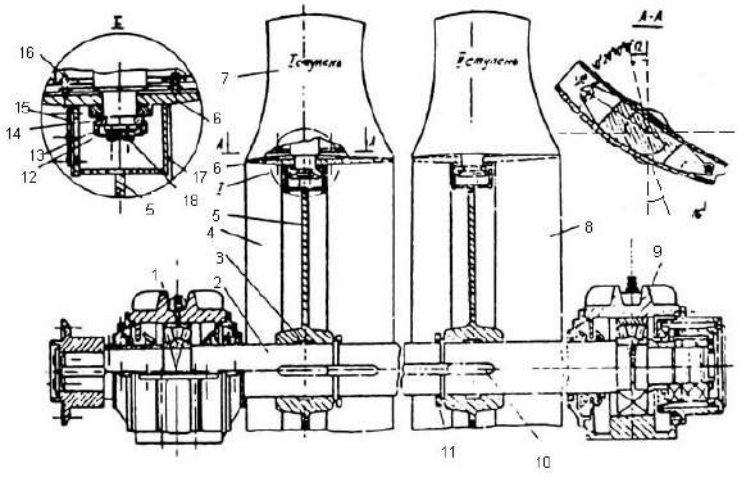


Рис. 6. Ротор вентилятора ВОД – 40М

Соединительные муфты 1 (рис. 5), предназначенные для соединения трансмиссионного вала 4 с валом электродвигателя и коренным валом 10 вентилятора, представляют собой зубчатые муфты одностороннего зацепления, аналогичные по своему устройству соединительной муфте ВЦ-31,5М. Втулка муфты, насаживаемой на вал электродвигателя, служит одновременно тормозным шкивом, к которому прижимаются при торможении колодки тормоза.

Вентилятор ВОД-40М имеет две подшипниковые опоры (рис. 6): радиальную 1 и радиально-упорную 9. Радиальная опора полностью унифицирована с такой же опорой вентиляторов ВЦ-31,5М и ВЦД-5М31,5М (см. выше). В радиально-упорной опоре также унифицированы основные элементы за исключением дополнительного элемента – строенного упорного шарикоподшипника, который для самоустановки снабжен с двух сторон сферическими опорными кольцами.

Спрямляюще-направляющий аппарат (СНА) и спрямляющий аппарат (СА) вентилятора ВОД-40М состоят из четырнадцати пустотелых профилированных лопаток, расположенных в кольцевом пространстве между корпусом вентилятора и внутренней обечайкой, и механизма для одновременного поворота лопаток.

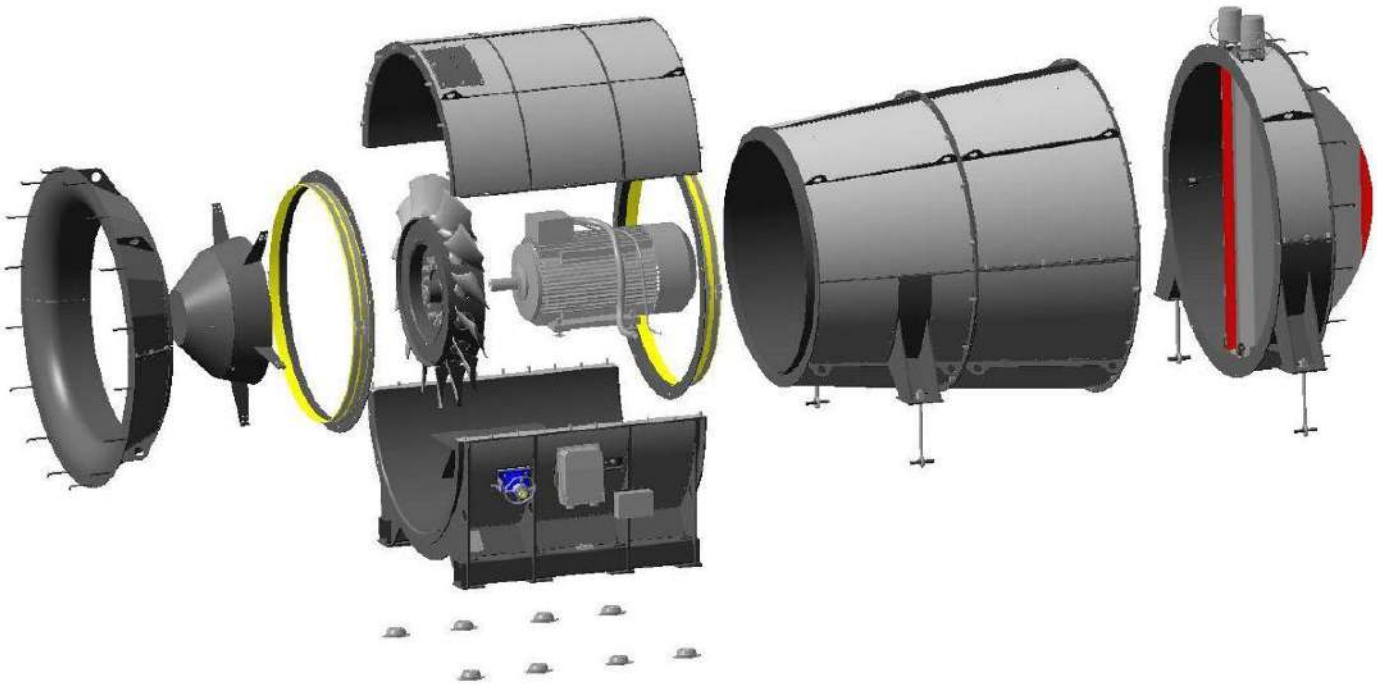
Внутренняя обечайка крепится к корпусу с помощью растяжек. На ее цилиндрической поверхности имеется четырнадцать отверстий, в каждом из которых закреплена цапфа с шаровой поверхностью, входящая во втулку лопатки. С другой стороны к лопатке приварена втулка, в которую на шпонке устанавливается валик стойки приводного барабана, вращающийся в подшипнике. Барабан охватывается канатом, концы которого посредством регулируемых стяжек крепятся к приводному кольцу, установленному на поддерживающих роликах вокруг корпуса вентилятора. Поворот кольца осуществляется с помощью привода, имеющего как ручное, так и дистанционное управление.

При регулировании с целью уменьшения подачи воздуха и снижения потребляемой мощности лопатки СНА могут устанавливаться в пределах от 75 до 35 градусов. Углы установок лопаток СНА 75, 35 и 85 градусов и углы установки лопаток СА 75 и 105 градусов фиксируются концевыми выключателями, а промежуточные углы между 75 и 35 градусами при регулировании концевыми выключателями не фиксируются и могут быть получены непосредственно по шкале, имеющейся на вентиляторе.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные конструктивные элементы осевого вентилятора.
2. Для какой цели на входе в осевой вентилятор установлены коллектор и передний обтекатель (кок)?
3. Какие элементы вентилятора образуют его ротор?
4. В чем заключается различие соединительных муфт вентиляторов ВОД-40М и ВЦ-31,5М?
5. Как устроено рабочее колесо осевого вентилятора?
6. Как устроена лопатка рабочего колеса и как она крепится на его втулке?
7. В чем заключается различие подшипниковых опор вентиляторов ВОД-40М и ВЦ-31,5М?
8. Для чего бывает необходим поворот лопаток СНА и СА осевого вентилятора и как он осуществляется?

3.6. Устройство и конструктивные элементы осевых одноступенчатых вентиляторов



Нереверсивные высоконапорные осевые одноступенчатые вентиляторы серии "Аэровент-ВО-А" размерного ряда В0-12А, В0-14А, ВО-16А, ВО-18А, ВО-21 А (вентилятор осевой - диаметр рабочего колеса в дм • реверсивный) предназначены для широкого промышленного применения в реверсивных системах вентиляции, в том числе, для проветривания закрытых и действующих шахт, рудников, метрополитенов и тоннелей с диапазоном подачи воздуха 5-145 м3/с и статическим давлением 100-2500 Па.

Вентилятор в базовом исполнении состоит из роторной группы 1, включающей вал на подшипниковых опорах и рабочее колесо с поворотными лопатками, корпуса 2, входной коробки 5, которая может занимать различные технологические обходимые положения, диффузора 6, кока 4, соединительной муфты 8, тормоза 9, рамы 3 и электродвигателя 7. Подшипниковые опоры ротора располагаются соответственно в корпусе 2 вентилятора внутри кока 4 и на раме 3, на которой также расположен электродвигатель 7. Предусмотрены модификации вентиляторов, которые дополнительно оснащаются противосрывными устройствами и/или специальными направляющими аппаратами(НА) с поворотными закрылками.

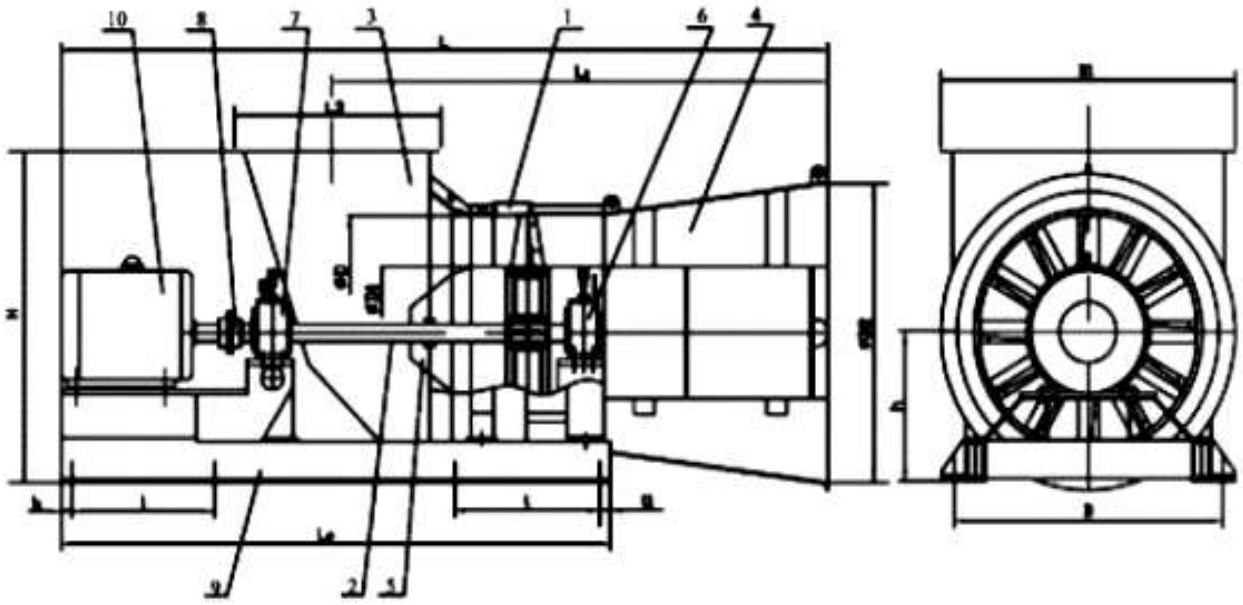


Рис. 7. Конструктивная схема вентилятора серии «Аэровент-ВО»:
1 – корпус; 2 – ротор; 3 – входная коробка; 4 – диффузор; 5 – кок; 6 - опора радиально-упорная; 8 – муфта; 9 – раба; 10 - электродвигатель

Особенности конструкции вентиляторов:

- вентиляторы построены на базе модификаций специальной реверсивной аэродинамической схемы "Аэровент - AV72-090Tw" высокой быстроходности, обеспечивающей достижение полного КПД вентилятора со входной коробкой и диффузором на уровне 87 – 90 % в зависимости от втулочного типаразмера;
- роторная группа и лопаточная система рабочего колеса каждого типоразмера вентилятора оптимизированы методами конечно-элементного прочностного и частотного анализа, в том числе , динамического, с тщательной отстройкой собственных частот колебаний конструкции от частоты вынуждающей нагрузки и её кратностей;
- одноступенчатое исполнение вентилятора без подвесного промежуточного вала и размещение системы вентилятор-электродвигатель на общей раме повышают эксплуатационную надежность установки;
- регулирование режима работы вентиляторов осуществляется путем изменения угла установки лопаток рабочего колеса при остановленном вентиляторе (базовое исполнение) или на ходу,

поворотом закрылков НА с помощью электромеханического привода, (сочетание этих двух способов обеспечивает наиболее высокую эффективность регулирования);

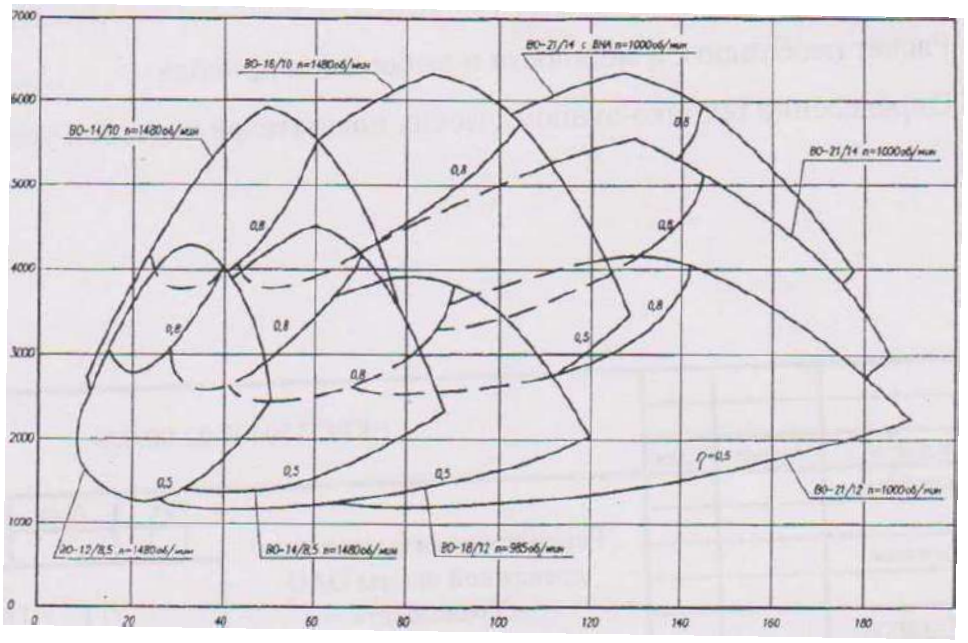
- применение регулируемых направляющих аппаратов позволяет улучшить реверсивные качества и повысить максимальное давление вентилятора на 15-20% по сравнению с базовым исполнением без снижения достигнутого уровня КПД;

Таблица №

Технические характеристик нереверсивных осевых вентиляторов серии "Аэровент-ВО"

Показатели	Типоразмер вентиляторов серии «Аэровент-ВО»						
	ВО 12/8,5	ВО 14/8,5	ВО 14/10	ВО 16/10	ВО 1 8/12	ВО 21/12	ВО 21/14
Диаметр ротора вентилятора, мм	1200	1400	1400	1600	1800	2100	2100
Диаметр втулки рабочего колеса, мм	850	850	1000	1000	1200	1200	1400
Частота вращения ротора, мин^{1}	1500	1500	1500	1500	1000	1000	1000
Номинальные параметры вентилятора в базовом исполнении:							
- подача, м^3/с	27	45	45	65	65	100	100
- полное давление, Па	3700	3800	5000	5000	3450	3700	4750
- полный КПД,%	88	90	88	90	89	90	89
Номинальные параметры вентилятора, оснащённого ВНА:							
- подача, м^3/с	25	45	450	65	65	100	100
- полное давление, Па	4100	4250	5400	5400	3800	4100	5300
- полный К П Д, %	88	90	88	90	89	90	89
Мощность электропривода, кВт	160	315	400	630	500	800	1000
Масса вентилятора, т	3,5	5	5	6,5	8,5	11	11

Рабочие области осевых вентиляторов серии "Аэровент-ВО"



Реверсивные осевые одноступенчатые вентиляторы серии "Аэровент-ВО-А" размерного ряда В0-12А, В0-14А, ВО-16А, ВО-18А, ВО-21 А (вентилятор осевой - диаметр рабочего колеса в дм - реверсивный) предназначены для широкого промышленного применения в реверсивных системах вентиляции, в том числе, для проветривания закрытых и действующих шахт, рудников, метрополитенов и тоннелей с диапазоном подачи воздуха 5-145 м3/с и статическим давлением 100-2500 Па.

Вентилятор в базовом исполнении состоит из роторной группы 1, включающей вал на подшипниковых опорах и рабочее колесо с поворотными лопатками, корпуса 2, входной коробки 5, которая может занимать различные технологически необходимые положения, диффузора 6, кока 4, соединительной муфты 8, тормоза 9 , рамы 3 и электродвигателя 7. Подшипниковые опоры ротора располагаются соответственно в корпусе 2 вентилятора внутри кока 4 и на раме 3, на которой также расположен электродвигатель 7. Предусмотрены модификации вентиляторов, которые дополнительно оснащаются противосрывными устройствами и/или специальными направляющими аппаратами(НА) с поворотными закрылками.

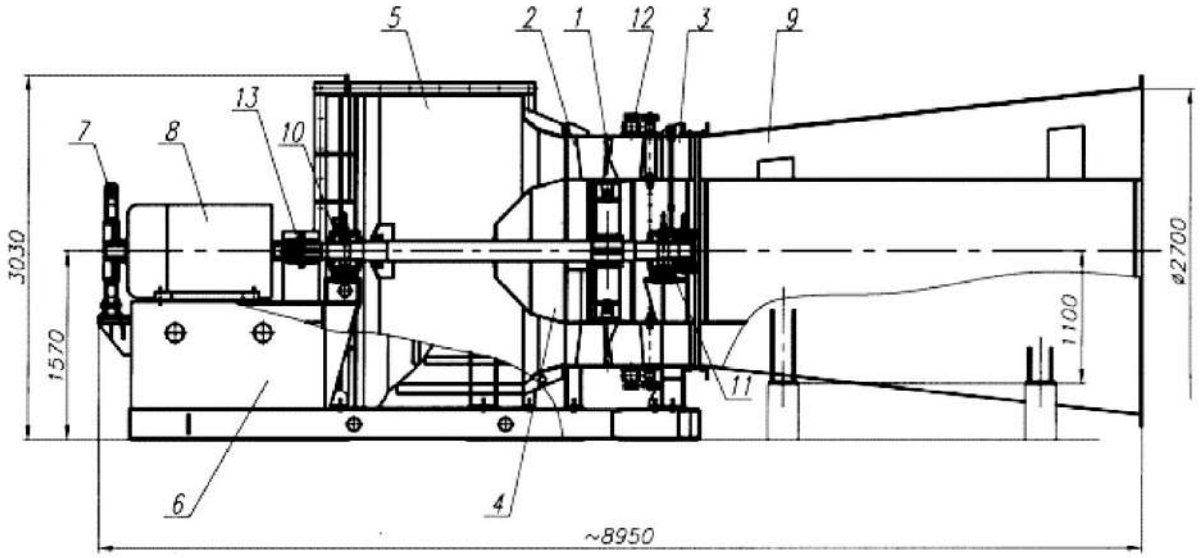


Рис. 8. Конструктивная схема вентилятора ВО-18/12АР серии «Аэровент-ВО»: 1 – ротор; 2 – корпус; 3 – лопатки спрямляющего аппарата неподвижные; 4 – кок; 5 – входная коробка; 6 – рама; 7 – тормоз; 8 – электродвигатель; 9 – диффузор; 10 – подшипниковая опора радиальная; 11 – подшипниковая опорарадиально-упорная; 12 – механизм поворота спрямляющего аппарата; 13 – муфта.

Особенности конструкции вентиляторов:

- вентиляторы построены на базе модификаций специальной реверсивной аэродинамической схемы "Аэровент - AV72-090Tw высокой быстроходности, обеспечивающей достижение полного КПД вентилятора со входной коробкой и диффузором на уровне 80%;
- переход вентилятора в реверсивный режим осуществляется путем изменения направления вращения ротора на обратное (при соответствующей перестановке закрылков в модификациях с НА) с соотношением подачи на номинальном режиме при прямом течении и реверсировании 80% и более;
- регулирование режима работы вентиляторов осуществляется путем изменения угла установки лопаток рабочего колеса при остановленном вентиляторе (базовое исполнение) или на ходу, поворотом закрылков НА с помощью электромеханического привода, (сочетание этих двух способов обеспечивает наиболее высокую эффективность регулирования);
- применение регулируемых направляющих аппаратов позволяет улучшить реверсивные качества и повысить максимальное давление

вентилятора на 15-20% по сравнению с базовым исполнением без снижения достигнутого уровня КПД;

- роторная группа и лопаточная система рабочего колеса каждого типоразмера вентилятора оптимизированы методами конечно-элементного прочностного и частотного анализа с тщательной отстройкой от резонансных режимов;
- размещение вентилятора и электродвигателя на общей раме без промежуточного вала повышает эксплуатационную надежность установки;
- модификации со специальными высокоэффективными противосрывными устройствами гарантируют стабильность аэродинамических характеристик вентиляторов в условиях вентиляционных сетей с переменными характеристиками.

Установки главного проветривания типа АВМ размерного ряда АВМ-12, АВМ-14, АВМ-16, АВМ-18, АВМ-21 с реверсивными вентиляторами серии "Аэровент-ВО-А" (обозначение типоразмера установки соответствует диаметру рабочего колеса вентилятора) предназначены для главного проветривания шахт и рудников, закрытых в режиме консервации, а также действующих предприятий с низким и средним уровнем общешахтной депрессии и могут быть использованы в других отраслях промышленности, системах вентиляции и технологических процессах, где необходимо проветривание с возможностью реверсирования воздушной струи до 80% и активным резервированием вентиляторов.

Конструктивно-технологическая схема установки типа АВМ

Установка типа АВМ состоит из двух вентиляторных блоков, каждый из которых включает осевой вентилятор 3 с диффузором и входной коробкой, установленные на общей раме с приводным ЭЛ' родвигателем, а также переключателя потока 2, содержащего

трёхпозиционную поворотную (относительно вертикальной оси) заслонку с электромеханическим приводом, подводящий канал 1 и объединенную выходную часть 4.

В зависимости от положения заслонки переключателя обеспечивается работа одного из двух вентиляторов при резервировании другого, либо отсечение установки от шахтной сети.

При прямой работе воздушный поток из подводящего канала 1 через переключатель 2 и входную коробку поступает в работающий вентилятор 3 и далее через диффузор и объединенную выходную часть 4 в атмосферу. При этом входная коробка резервного вентилятора запирается заслонкой переключателя 2.

Изменение направления подачи воздуха на обратное осуществляется путем перевода вентилятора в реверсивный режим.

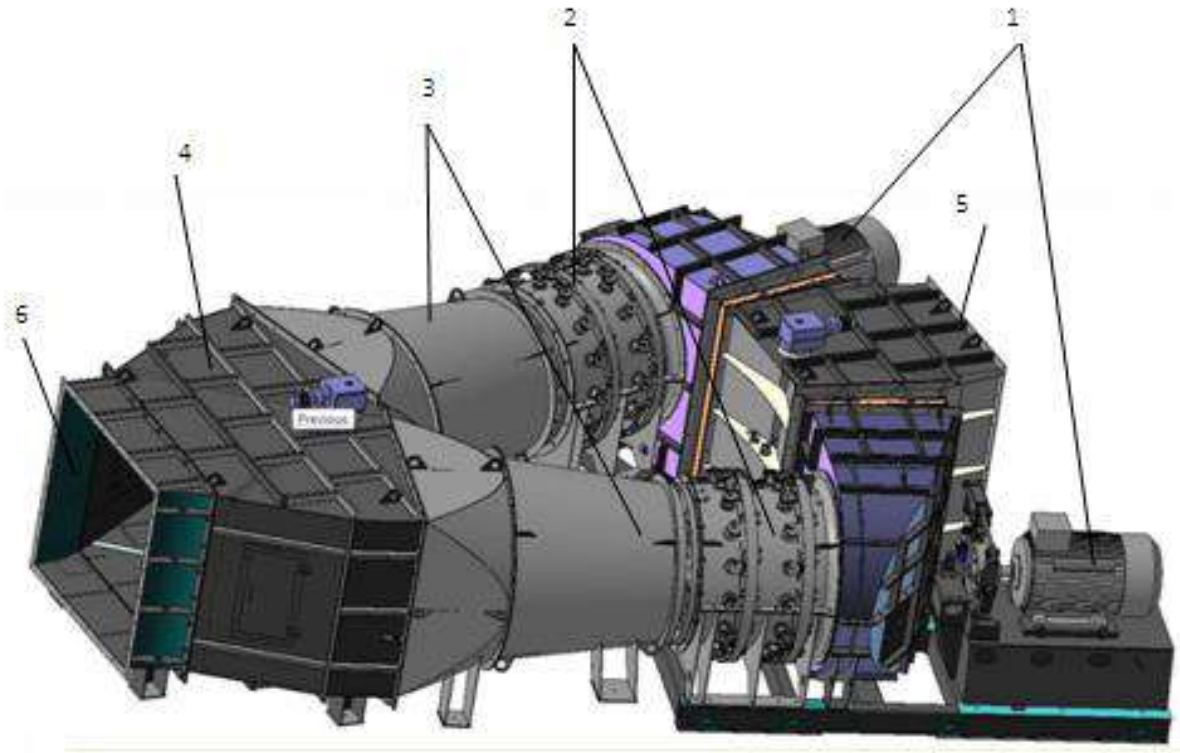


Рис. Принципиальная схема вентилятора главного проветривания серии АВМ с двумя осевыми вентиляторами и переключающимся устройством: 1 –электродвигатель; 2 – вентилятор ВО; 3 – диффузор вентилятора; 4 – переключающее устройство; 5 – входная коробка; 6 – выходной патрубок.

Типоразмер	L, м	B, м	H, м	h, м l
АВМ-12	5.60	5.0	2.02	1.05
АВМ-14	6.90	5.9	2.37	1,24
АВМ-16	7.14	6.2	2.78	1,38
АВМ-18	7.80	7.1	3.07	1,56
АВМ-21	9.85	8.5	3.46	1,79

Особенности конструкции установки:

- применение реверсивных вентиляторов позволило реализовать эффективную и предельно простую конструкцию вентиляторной установки, которая может использоваться как стационарная главного проветривания, так и в качестве вспомогательной, временной или передвижной;
- в результате специального аэродинамического проектирования потери статического давления в проточной части поворотного колена-заслонки переключателя потока, содержащего лопаточную систему для выравнивания потока, сведены к минимуму;
- элементы каждого из вентиляторных блоков устанавливаются на общей раме, что обеспечивает повышенную надежность работы системы «электродвигатель-вентилятор»;
- объединенная выходная часть установки гарантирует "необмерзаемость" при отрицательных температурах;
- специальная облицовка внутренней поверхности диффузоров и/или выходной части установки обеспечивает эффективное подавление шума;
- установки отличаются компактностью, повышенной эксплуатационной надежностью, удобством технического обслуживания и ремонта, минимальной стоимостью.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается принципиальное различие компоновок вентиляторных установок с вентиляторами «Аэровент - ВО» (по сравнению с вентиляторами ВОД)?
2. Как осуществляется регулирование нереверсивных вентиляторов «Аэровент - ВО»?
3. Как осуществляется регулирование реверсивных вентиляторов «Аэровент- ВО- АР»?
4. Чем конструктивно отличаются рабочие колеса вентиляторов «Аэровент - ВО» от вентиляторов ВОД?
5. Какие преимущества рабочих колес со сдвоенными листовыми лопатками по сравнению с профильными (крыловидными)?
6. В чем заключается преимущества компоновочной схемы типа АВМ?
7. ВОД)?
8. Как осуществляется регулирование нереверсивных вентиляторов «Аэровент - ВО»?
9. Как осуществляется регулирование реверсивных вентиляторов «Аэровент- ВО- АР»?
10. Чем конструктивно отличаются рабочие колеса вентиляторов «Аэровент - ВО» от вентиляторов ВОД?
11. Какие преимущества рабочих колес со сдвоенными листовыми лопатками по сравнению с профильными (крыловидными)?
12. В чем заключается преимущества компоновочной схемы типа АВМ?

3.5. Устройство и конструктивные элементы шахтных вентиляторов местного проветривания

Ниже рассмотрены устройство и конструктивные элементы шахтных вентиляторов местного проветривания ВМ-6, ВМП-6 и

ВМЦ-8, имеющих наиболее широкое применение в шахтной практике.

3.5.1. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с электроприводом

Вентилятор ВМ-6 (рис. 7) состоит из рабочего колеса 4, направляющего аппарата 2, спрямляющего аппарата 6, противосрывного устройства 3, корпуса 9, электродвигателя 7, кабельного ввода 8, переднего обтекателя (кока) 1, салазок 10, рым-скоб 5.

Рабочее колесо 4 имеет литую коническую втулку и семь профилированных крученых лопаток, выполненных из капроновой смолы, с залитой стальной арматурой и хвостовиком, с помощью которого лопатка крепится на втулке гайкой. Ступица РК насаживается непосредственно на вал электродвигателя 7.

Направляющий аппарат 2 состоит из корпуса и втулки, на которой расположено девять профильных эластичных (резиновых) лопаток, входные и выходные кромки которых армированы стальными пластинками. Внутри втулки имеется механизм для одновременного поворота выходных частей гибких лопаток (закрылков). Поворот их осуществляется с помощью ручки, одеваемой на конец валика механизма, выведенный наружу через отверстия в коке 1. Поворотом закрылков в пределах от $+40^0$ до -50^0 осуществляется регулирование режима работы вентилятора.

Спрямляющий аппарат 6 имеет двенадцать тонких стальных лопаток, приваренных у внутренней поверхности корпуса вентилятора и наружной поверхности цилиндрической втулки с фланцем, к которому болтами крепится специальный взрывобезопасный электродвигатель 7. Противосрывное устройство (воздушный сепаратор) 3, предназначенное для устранения глубоких впадин и даже разрывов характеристик осевых вентиляторов на левой от ″горба″ между цилиндрическим корпусом НА и установленной в этом корпусе цилиндрической обечайкой, диаметр которой равен диаметру рабочего колеса.

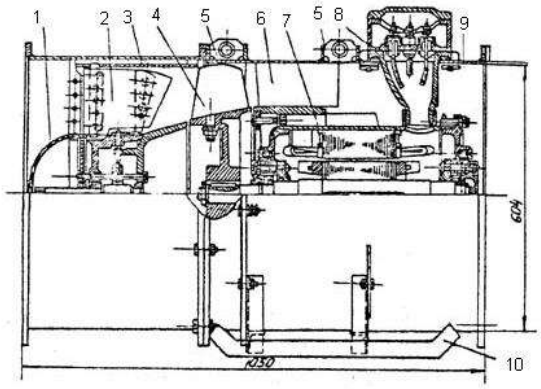


Рис. 7. Вентилятор местного проветривания ВМ – 6.

При нормальной работе рабочего вентилятора (в области больших подач) воздушный поток движется от всасывающего патрубка через решетку лопаток НА и частичное кольцевое пространство сепаратора на лопатки РК и далее к нагнетательному патрубку. При уменьшении подачи и переходе рабочего режима через ″горб″ характеристики влево на периферии лопаток РК возникают вихри. Под действием разности давлений эти вихри перетекают во входное сечение рабочего колеса и при отсутствии сепаратора снова проходят через межлопаточное пространство РК, загромождая его и уменьшая тем самым расход всасываемого воздуха. При наличии сепаратора обратный поток проходит через его кольцевое пространство и только во входном сечении вентилятора поворачивает и, смешиваясь с основным потоком воздуха, проходит через решетку лопаток НА и попадает равномерно на лопатки РК. Благодаря такому отводу завихрений части потока нарастание и развитие зон срыва по мере уменьшения подачи прекращается и все связанные с ним вредные явления (в том числе и образование впадин и разрывов на характеристиках вентилятора) устраняются.

Для перемещения вентилятора по почве служат салазки 10, а для подвешивания его к кровле выработки – рым-скобы 5.

Вентиляторы ВМ-4 и ВМ-12 устроены аналогично ВМ-6, но ВМ-4 НА имеет неподвижно установленные стальные лопатки, а ВМ-12 НА имеет усовершенствованный механизм поворота, валик которого выходит не через кок, а через корпус НА, что удобнее в эксплуатации.

3.5.2. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с пневмоприводом

Вентилятор ВМП-6 (рис. 8, а) состоит из рабочего колеса 6 с турбинным приводом 5, вала 11 с подшипниками, пластин-растяжек 2, передней 3 и задней 8 половин корпуса, спрямляющего аппарата 7, противосрывного устройства 4, коробки с соплами 9, салазок 10, рым-скоб.

Рабочее колесо 6 имеет коническую втулку, к которой приварены семь крученых стальных лопаток с ободом на их периферии. В пазу обода установлены капроновые лопатки турбины активного типа 5, которая вращается в пространстве между фланцами передней 2 и задней 8 половин корпуса. Ступица рабочего колеса насаживается на конец вала 11 и удерживается от проскальзывания шпонкой, а от осевого смещения – гайкой.

Вал 11 опирается на два шарикоподшипника, размещенных во втулке, которая находится внутри переднего обтекателя и крепится к передней половине корпуса 2 с помощью пластин-растяжек 3, через пластины пропущены кольца, образующие решетку на входе в вентилятор.

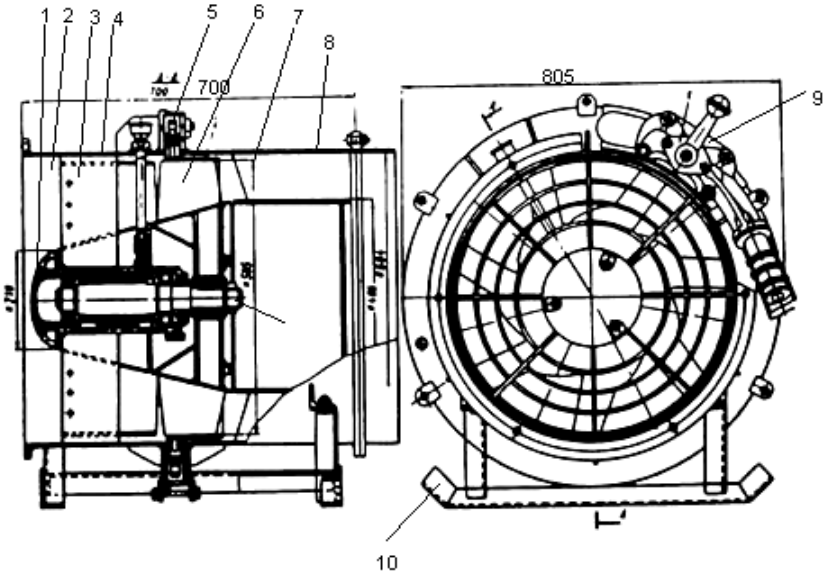


Рис. 8,а. Вентилятор местного проветривания ВМП-6

Снаружи передней половины корпуса расположена распределительная коробка с соплами 9, к которой по шлангу подается сжатый воздух. В зависимости от положения рукояти и связанного с ней запорного органа трехходового крана сжатый воздух подается на лопатки турбины через одно, два или три сопла, что приводит к изменению частоты вращения турбины и связанного с ней рабочего колеса вентилятора, а следовательно, его подачи и давления.

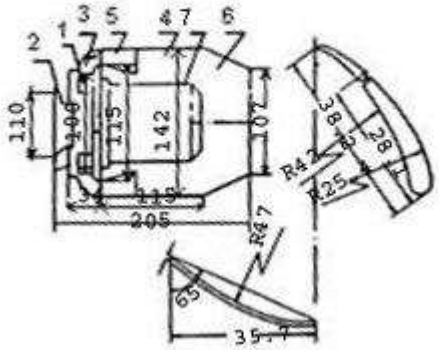
Остальные элементы ВМП-6 выполнены и имеют то же назначение, что и у ВМ-6.

ВМП-5 устроен аналогично ВМП-6, а ВМП-4 имеет рабочее колесо с цилиндрической втулкой и нерегулируемый пневмопривод.

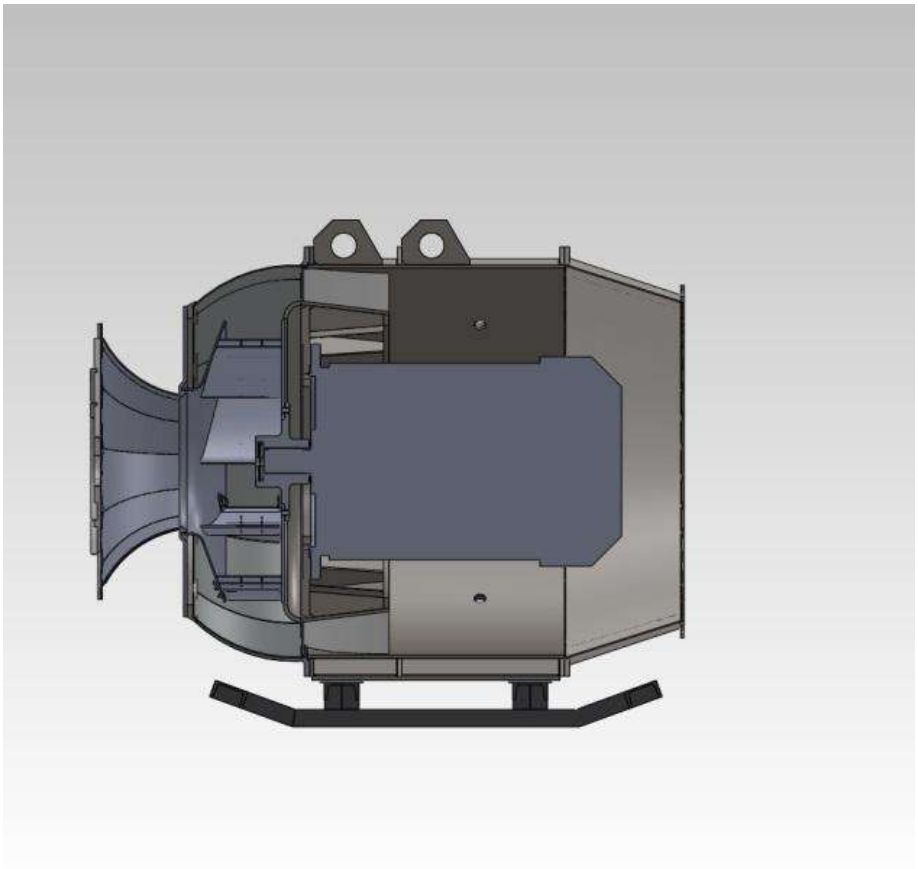
3.5.3. Шахтные центробежные вентиляторы местного проветривания (рис. 8,б).

ВМЦ-8, представляющий собой высоконапорный центробежный вентилятор одностороннего всасывания со встроенным в его корпус электродвигателем, состоит из рабочего колеса 1, входного патрубка с коллектором и защитной решеткой 2, передней части корпуса 3, задней цилиндрической части корпуса 4, спрямляющего аппарата 5, выходного конического патрубка 6, специального взрывозащищенного фланцевого электродвигателя 7, кабельного ввода 8, салазок 9, рым-скоб 10.

В отличие от рассмотренных выше центробежных вентиляторов каждая из шести профильных лопаток рабочего колеса ВМЦ-8, приваренных к коренному и покрывному дискам, имеет поворотный закрылок для регулирования ими режима работы, поворот закрылков на фиксированные углы $+20^0$, 0^0, -25^0 осуществляется индивидуально, вручную, через люк, расположенный в передней части корпуса


1
2
3
5
4
7
6
110
100
115
142
107
38
28
R42
R25
115
205
R47
65
35.7


10
8



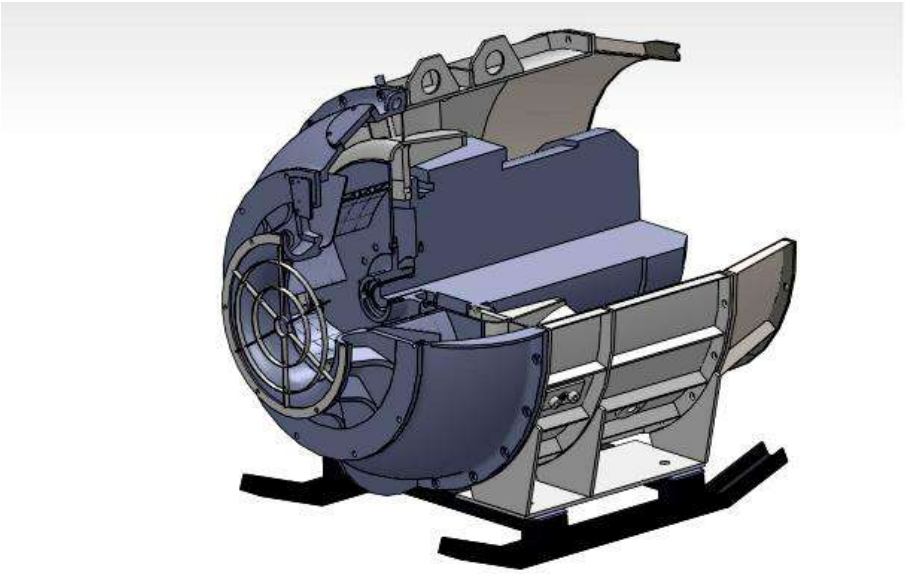


Рис. 8,б. Аэродинамическая схема и общий вид Вентилятора ВМЦ – 8.



Рис. Опытный образец вентилятора местного проветривания ВРВП-6

Другая отличительная особенность ВМЦ-8 заключается в том, что он является прямоточным – поток входит в вентилятор и выходит из него в осевом направлении; это дает возможность устанавливать его в подземных выработках аналогично ВМ и ВМП без устройства дополнительных камер.

Остальные элементы ВМЦ-8 аналогичны вентиляторам ВМ.

Более подробно с конструкциями шахтных вентиляторов местного проветривания и их элементов можно ознакомиться в работах /1, 3, 6/.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные элементы осевого вентилятора местного проветривания с электрическим приводом.
2. Как устроено рабочее колесо у вентиляторов серии ВМ. С какой целью его втулка делается конической формы?
3. Как устроен направляющий аппарат вентилятора ВМ-6?
4. Как устроено рабочее колесо у вентилятора ВМП-5 и вентилятора ВМП-6?
5. Объясните устройство привода вентилятора ВМП и как осуществляется регулирование режима работы этого вентилятора?
6. Объясните устройство вентилятора ВМЦ-8. Как осуществляется регулирование его режима работы?

3.5.1. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с электроприводом

Вентилятор ВМ-6 (рис. 7) состоит из рабочего колеса 4, направляющего аппарата 2, спрямляющего аппарата 6, противосрывного устройства 3, корпуса 9, электродвигателя 7, кабельного ввода 8, переднего обтекателя (кока) 1, салазок 10, рым-скоб 5.

Рабочее колесо 4 имеет литую коническую втулку и семь профилированных крученых лопаток, выполненных из капроновой смолы, с залитой стальной арматурой и хвостовиком, с помощью которого лопатка крепится на втулке гайкой. Ступица РК насаживается непосредственно на вал электродвигателя 7.

Направляющий аппарат 2 состоит из корпуса и втулки, на которой расположено девять профильных эластичных (резиновых) лопаток, входные и выходные кромки которых армированы стальными

пластинками. Внутри втулки имеется механизм для одновременного поворота выходных частей гибких лопаток (закрылков). Поворот их осуществляется с помощью ручки, одеваемой на конец валика механизма, выведенный наружу через отверстия в коке 1. Поворотом закрылков в пределах от $+40^0$ до -50^0 осуществляется регулирование режима работы вентилятора.

Спрямляющий аппарат 6 имеет двенадцать тонких стальных лопаток, приваренных у внутренней поверхности корпуса вентилятора и наружной поверхности цилиндрической втулки с фланцем, к которому болтами крепится специальный взрывобезопасный электродвигатель 7.

Противосрывное устройство (воздушный сепаратор) 3, предназначенное для устранения глубоких впадин и даже разрывов характеристик осевых вентиляторов на левой от ″горба″ между цилиндрическим корпусом НА и установленной в этом корпусе цилиндрической обечайкой, диаметр которой равен диаметру рабочего колеса.

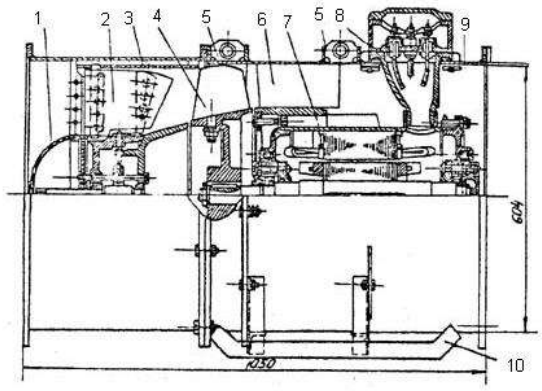


Рис. 7. Вентилятор местного проветривания ВМ – 6.

При нормальной работе рабочего вентилятора (в области больших подач) воздушный поток движется от всасывающего патрубка через решетку лопаток НА и частичное кольцевое пространство сепаратора на лопатки РК и далее к нагнетательному патрубку. При уменьшении подачи и переходе рабочего режима через ″горб″ характеристики влево на периферии лопаток РК возникают вихри. Под действием

разности давлений эти вихри перетекают во входное сечение рабочего колеса и при отсутствии сепаратора снова проходят через межлопаточное пространство РК, загромождая его и уменьшая тем самым расход всасываемого воздуха. При наличии сепаратора обратный поток проходит через его кольцевое пространство и только во входном сечении вентилятора поворачивает и, смешиваясь с основным потоком воздуха, проходит через решетку лопаток НА и попадает равномерно на лопатки РК. Благодаря такому отводу завихрений части потока нарастание и развитие зон срыва по мере уменьшения подачи прекращается и все связанные с ним вредные явления (в том числе и образование впадин и разрывов на характеристиках вентилятора) устраняются.

Для перемещения вентилятора по почве служат салазки 10, а для подвешивания его к кровле выработки – рым-скобы 5.

Вентиляторы ВМ-4 и ВМ-12 устроены аналогично ВМ-6, но ВМ-4 НА имеет неподвижно установленные стальные лопатки, а ВМ-12 НА имеет усовершенствованный механизм поворота, валик которого выходит не через кок, а через корпус НА, что удобнее в эксплуатации.

3.5.2. Шахтные осевые вентиляторы местного проветривания с пневмоприводом

Вентилятор ВМП-6 (рис. 8, а) состоит из рабочего колеса 6 с турбинным приводом 5, вала 11 с подшипниками, пластин-растяжек 2, передней 3 и задней 8 половин корпуса, спрямляющего аппарата 7, противосрывного устройства 4, коробки с соплами 9, салазок 10, рым-скоб.

Рабочее колесо 6 имеет коническую втулку, к которой приварены семь крученых стальных лопаток с ободом на их периферии. В пазу обода установлены капроновые лопатки турбины активного типа 5, которая вращается в пространстве между фланцами передней 2 и задней 8 половин корпуса. Ступица рабочего колеса насаживается на конец вала 11 и удерживается от проскальзывания шпонкой, а от осевого смещения – гайкой.

Вал 11 опирается на два шарикоподшипника, размещенных во втулке, которая находится внутри переднего обтекателя и крепится к

передней половине корпуса 2 с помощью пластин-растяжек 3, через пластины пропущены кольца, образующие решетку на входе в вентилятор.

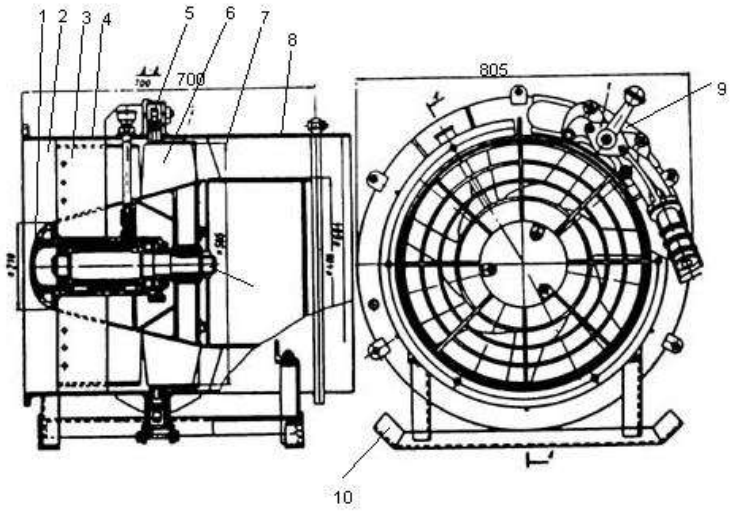


Рис. 8,а. Вентилятор местного проветривания ВМП-6

Снаружи передней половины корпуса расположена распределительная коробка с соплами 9, к которой по шлангу подается сжатый воздух. В зависимости от положения рукояти и связанного с ней запорного органа трехходового крана сжатый воздух подается на лопатки турбины через одно, два или три сопла, что приводит к изменению частоты вращения турбины и связанного с ней рабочего колеса вентилятора, а следовательно, его подачи и давления.

Остальные элементы ВМП-6 выполнены и имеют то же назначение, что и у ВМ-6.

ВМП-5 устроен аналогично ВМП-6, а ВМП-4 имеет рабочее колесо с цилиндрической втулкой и нерегулируемый пневмопривод.

3.5.3. Шахтные центробежные вентиляторы местного проветривания (рис. 8,б).

ВМЦ-8, представляющий собой высоконапорный центробежный вентилятор одностороннего всасывания со встроенным в его корпус электродвигателем, состоит из рабочего колеса 1, входного патрубка с коллектором и защитной решеткой 2, передней части корпуса 3, задней цилиндрической части корпуса 4, спрямляющего аппарата 5,

выходного конического патрубка 6, специального взрывозащищенного фланцевого электродвигателя 7, кабельного ввода 8, салазок 9, рым-скоб 10.

В отличие от рассмотренных выше центробежных вентиляторов каждая из шести профильных лопаток рабочего колеса ВМЦ-8, приваренных к коренному и покрывному дискам, имеет поворотный закрылок для регулирования ими режима работы, поворот закрылков на фиксированные углы $+20^0$, 0^0, -25^0 осуществляется индивидуально, вручную, через люк, расположенный в передней части корпуса.

Другая отличительная особенность ВМЦ-8 заключается в том, что он является прямоточным – поток входит в вентилятор и выходит из него в осевом направлении; это дает возможность устанавливать его в подземных выработках аналогично ВМ и ВМП без устройства дополнительных камер.

Остальные элементы ВМЦ-8 аналогичны вентиляторам ВМ.

Более подробно с конструкциями шахтных вентиляторов местного проветривания и их элементов можно ознакомиться в работах /1, 3, 6/.

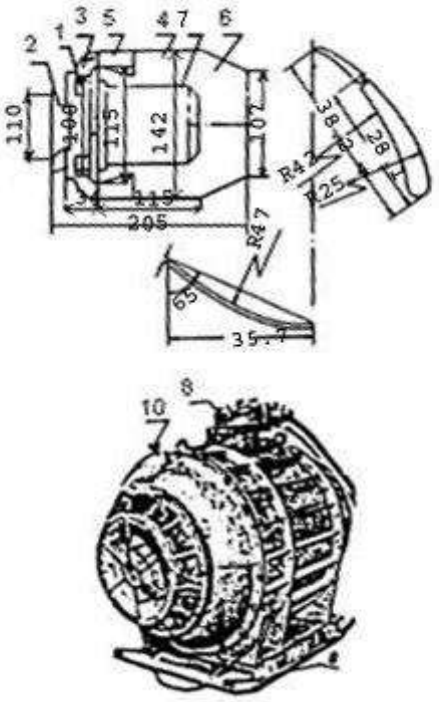


Рис. 8,б. Аэродинамическая схема и общий вид Вентилятора ВМЦ – 8.

Вопросы для самопроверки

7. Перечислите основные элементы осевого вентилятора местного проветривания с электрическим приводом.
8. Как устроено рабочее колесо у вентиляторов серии ВМ. С какой целью его втулка делается конической формы?
9. Как устроен направляющий аппарат вентилятора ВМ-6?
10. Как устроено рабочее колесо у вентилятора ВМП-5 и вентилятора ВМП-6?
11. Объясните устройство привода вентилятора ВМП и как осуществляется регулирование режима работы этого вентилятора?
12. Объясните устройство вентилятора ВМЦ-8. Как осуществляется регулирование его режима работы?

3.6. Устройство и конструктивные элементы шахтных газоотсасывающих вентиляторов

Газоотсасывающие вентиляторы, эксплуатируются на горном предприятии, как и вентиляторы главного проветривания, в виде установки (2 агрегата: один – в работе, один – в резерве), обеспечивают изолированный отвод метановоздушной смеси на поверхность из отрабатываемого пласта с концентрацией метана от 0 до 100% по газоотводящей вентиляционной системе (отдельному каналу) многосвязной комбинированной вентиляционной сети газообильных угольных шахт;

Основные параметры газоотсасывающих вентиляторов, находящиеся в серийном производстве приведены в табл. 3.6.1.

В газоотсасывающем вентиляторе ВЦГ-7 вход и выход воздушного потока устроены так, что они направлены вдоль оси выработки, но в противоположных направлениях.

Воздух или метано-воздушная смесь через патрубок 1 поступает в направляющий аппарат 2 и во входную коробку 3, затем после поворота на 90° - в рабочее колесо 4. оттуда - в спиральный корпус 5, из него - диффузор 6 и выходной патрубок 7. Монтажной базой вентилятора ВЦГ-7 является рама 8, на которой установлены приводной электродвигатель 9, спиральный корпус и подшипниковые опоры 10 и 11 ротора вентилятора. Особенностью ВЦГ-7 является то,

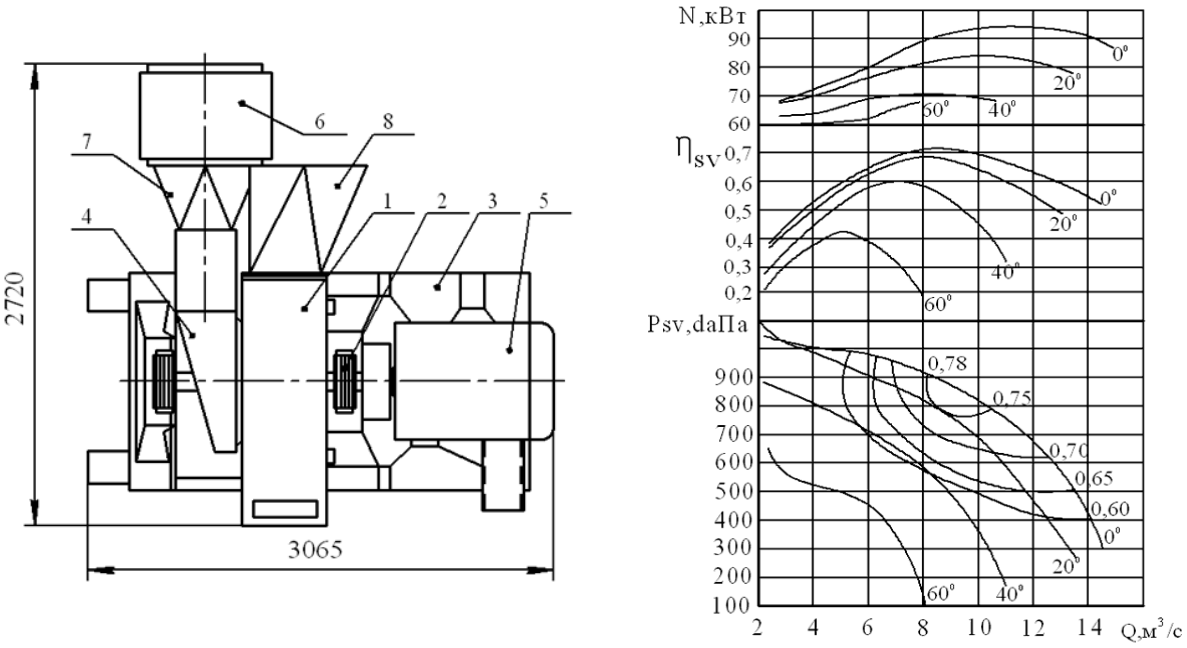
что его рабочее колесо установлено не на конце вала электродвигателя, а на собственном валу 12 в подшипниковых опорах. Вал ротора соединяется с валом электродвигателя втулочно-пальцевой муфтой 13.

Таблица №

Основные технические данные центробежных газоотсасывающих вентиляторов

Показатели	Тип		
	ВЦГ-7М	**ВЦГ-9**	**УВЦГ-15**
Номинальный диаметр рабочего колеса	810	900	1500
Подача, $м^3/с$: номинальная в рабочей области	 9 3 – 14	 22 12 – 32	 35 15 – 60
Статическое давление при номинальной подаче, даПа	800	1250	950
Глубина регулирования по давлению, %	75	75	75
Максимальный статический КПД:	0,8	0,75	0,84
Мощность привода электродвигателя, кВт	132	400	630
Номинальное напряжение, В	380	380	380
Масса, кг	2900	5600	11800

Вентилятор ВЦГ-7М предназначен для снижения газообильности выемочных участков и устранения скоплений метана на сопряжениях очистных и вентиляционных выработок в угольных шахтах, опасных по газу и пыли, путем отсасывания метановоздупшых смесей из выработанного пространства и отвода их по жестким трубопроводам. Вентилятор устанавливается на поверхности шахты или в специальной камере или выработке и подсоединяется к всасывающему или нагнетательному трубопроводам. Конструкция вентилятора (рис. 3.6.1.) состоит из разъемного корпуса, ротора, установленного в двух подшипниках, рамы, направляющего аппарата, двигателя, глушителя шума, входного и выходного патрубков. Регулирование давления и подачи осуществляется направляющим аппаратом.



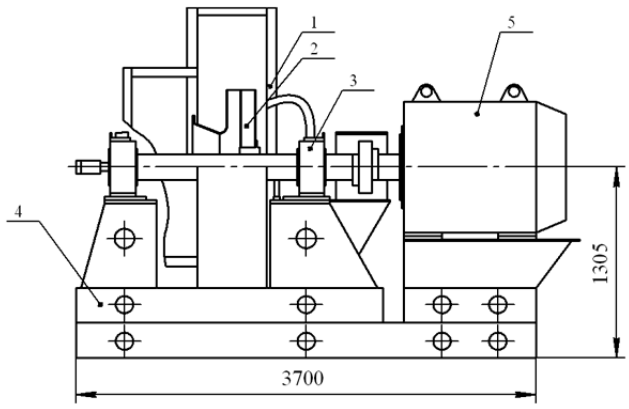
а) б)

Рис. 3.6.1.

а) общий вид вентилятора ВЦГ-7М: корпус 1, ротор 2, рама 3, направляющий аппарат 4, электродвигатель 5, глушитель 6 , входной патрубок 7, выходной патрубок 8;

б) аэродинамическая схема вентилятора ВЦГ-7М

Вентилятор УВЦГ-9 (рис. 3.6.2) предназначен для снижения газообильности выемочных участков и устранения скоплений метана на сопряжениях очистных и вентиляционных выработок в угольных шахтах, опасных по газу и пыли, путем отсасывания метановоздушных смесей из выработанного пространства и отвода их по жестким трубопроводам. Вентилятор устанавливается на поверхности шахты или в специальной камере или выработке и присоединяется к всасывающему и нагнетательному трубопроводам.



а

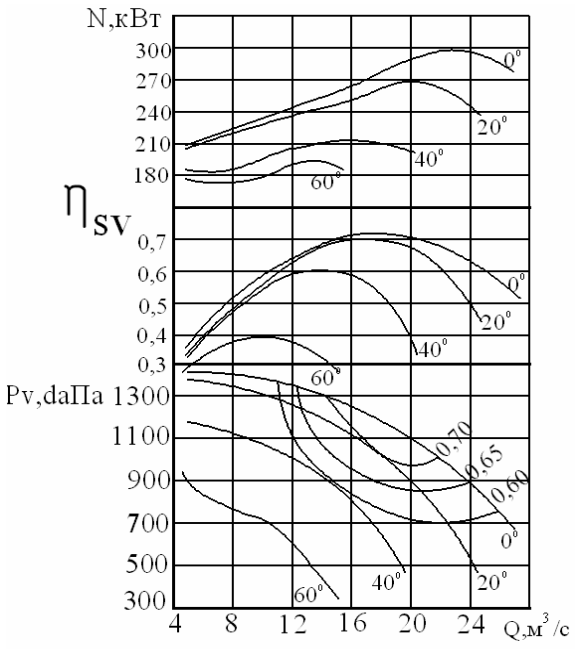


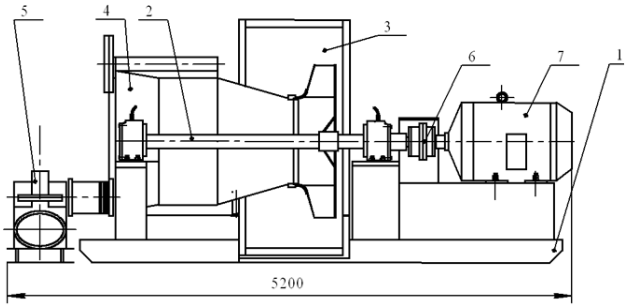
Рис. 3.6.2.

а) общий вид вентилятора ВЦГ-9: разъёмный корпус 1, ротор 2, установленный в двух подшипниках 3, рама 4, электродвигатель 5. Электродвигатель монтируется на монтажных болтах 6;

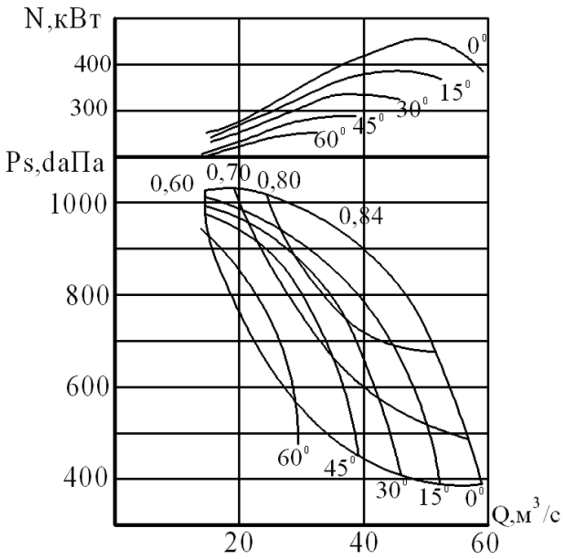
б) аэродинамическая схема вентилятора ВЦГ-9

Вентилятор ВЦГ-15 (рис. 3.6.3) предназначен для удаления с выемочных участков шахт метановоздушной смеси (концентрация метана от 0 до 100 %). Возможна эксплуатация в атмосферных условиях при температуре перемещаемой смеси от 228 до 323 К. Запыленности до 150 мг/м - плотности до 1,2 кг/м^2, относительной влажности до 98 % (при температуре 298 К), на высоте над уровнем моря до 1000 м. Вентилятор состоит из рамы, ротора, спирального корпуса, вихревого аппарата, приводного двигателя, соединенного с валом ротора зубчатой муфтой. Рабочее колесо выполнено по высконагруженной аэродинамической схеме Ц120-16. Лопатки рабочего колеса имеют специальный профиль, что позволяет обеспечить высокую напорную характеристику вентилятора без увеличения звуковой мощности, приводной электродвигатель взрывозащищенного исполнения РВ-4В, комплект электрооборудования изготовлен во взрывозащитном исполнении. Оригинальная конструкция гибкого взрывозащищенного виброзащитного уплотнения с латунными элементами позволяет исключить влияние вибрации узлов, присоединенных к вентилятору. Байпасная камера в месте входа вала в спиральный корпус, камера уплотнения на выходе из вихревого направляющего аппарата, латунное уплотнение корпуса всаса в месте входа в рабочее колесо и латунное ограждение зубчатой муфты позволяют исключить

искрообразование. Аппаратура автоматизации обеспечивает оперативный контроль уровня вибрации и аварийное отключение установки.



а



б

Рис. 3.6.3. а) общий вид вентилятора ВЦГ-15: рама 1, ротор 2 с опорными подшипниками, спиральный корпус 3, вихревой входной направляющий аппарат 4 с приводом 5, электродвигатель 7, соединённый с валом ротора муфтой 6; б) аэродинамическая схема вентилятора ВЦГ-15.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назначение и область применения вентиляторов ВЦГ и УВЦГ, в чем их отличие.
2. Как осуществляется регулирование газоотсасывающих вентиляторов?
3. Чем конструктивно отличаются газоотсасывающие вентиляторы от вентиляторов главного проветривания.
4. В чем заключается преимущества компоновочной схемы типа УВЦГ?

НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ НАСОСОВ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ

Основное назначение насосов – перекачка чистой холодной воды, Такие насосы называются обычными. Однако в настоящее время область применения насосов настолько широка и многообразна, что определение насоса как машины для перекачки воды было бы односторонним. Они применяются для водоснабжения, канализации, орошения и осушения земель, гидроаккумулирования энергии, транспортирования материалов. Существуют питательные насосы котельных установок, тепловых электростанций, судовые насосы, насосы для горной, нефтяной, геологоразведочной, химической, бумажной, пищевой и других отраслей промышленности. Все насосы, перекачивающие жидкости, отличные от чистой холодной воды (например, горячую воду, пульпу, щелочь, жидкий металл и т.д.), называются специальными. Они отличаются от обычных наличием защитных приспособлений, обеспечивающих более долговечную работу на соответствующей жидкости.

Из всех насосов наибольшее распространение получили центробежные. Их конструкция будет рассмотрена в данном лабораторном практикуме.

Число типов этих насосов очень велико, и с целью удобства изучения конструкции произведем их классификацию по следующим признакам.

1. По числу ступеней: а) одноступенчатые; б)многоступенчатые.
2. Способу сбора и отвода воды после рабочего колеса: а) насосы с направляющими аппаратами; б) насосы со спиральной камерой и коническим диффузором; в) насосы с кольцевидным отводом, спиральной камерой и коническим диффузором.
3. Числу входных отверстий в рабочем колесе: а) одностороннего всасывания (рис. 9,а,); б) двухстороннего всасывания (рис. 9,б,), рабочие колеса двухстороннего всасывания представляют собой соединение в одной детали двух обычных колес.
4. По расположению вала: а) горизонтальные; б) вертикальные.
5. По конструкции корпуса: а) цельнокорпусные; б) с корпусом, имеющим горизонтальный разъем; в) секционные.

Наибольшее распространение получили насосы серии К, Д и особенно – ЦНС. Насосы ЦНС имеют следующую маркировку:

Ц – центробежный, Н – насос, С – секционный. После букв цифры обозначают номинальную подачу насоса (в $м^3$/ч), цифра после дефиса – номинальный напор, развиваемый насосом в метрах столба перекачиваемой жидкости.

Например, ЦНС 180-680: центробежный насос секционный, номинальная подача 180 м3/ч, номинальный напор 680 м.

Насосы К и Д имеют одинаковую маркировку. Цифра, стоящая перед буквой, обозначает диаметр всасывающего патрубка (в мм), уменьшенный в 25 раз и округленный, буква обозначает тип насоса (К – консольный, Д – двухсторонний), а цифра после дефиса – коэффициент быстроходности, уменьшенный в 10 раз и округленный. Например, 1,5К-6: консольный насос с диаметром всасывающего патрубка 40 мм и коэффициентом быстроходности 60.

В настоящее время консольные насосы и насосы двухстороннего всасывания имеют обозначения, аналогичные насосам типа ЦНС.

Например, К 20-30: консольный насос с номинальной подачей 20 м3/ч и номинальным напором 30 м.; Д 200-95: насос двухстороннего всасывания с номинальной подачей 200 м3/ч и номинальным напором 95 м.

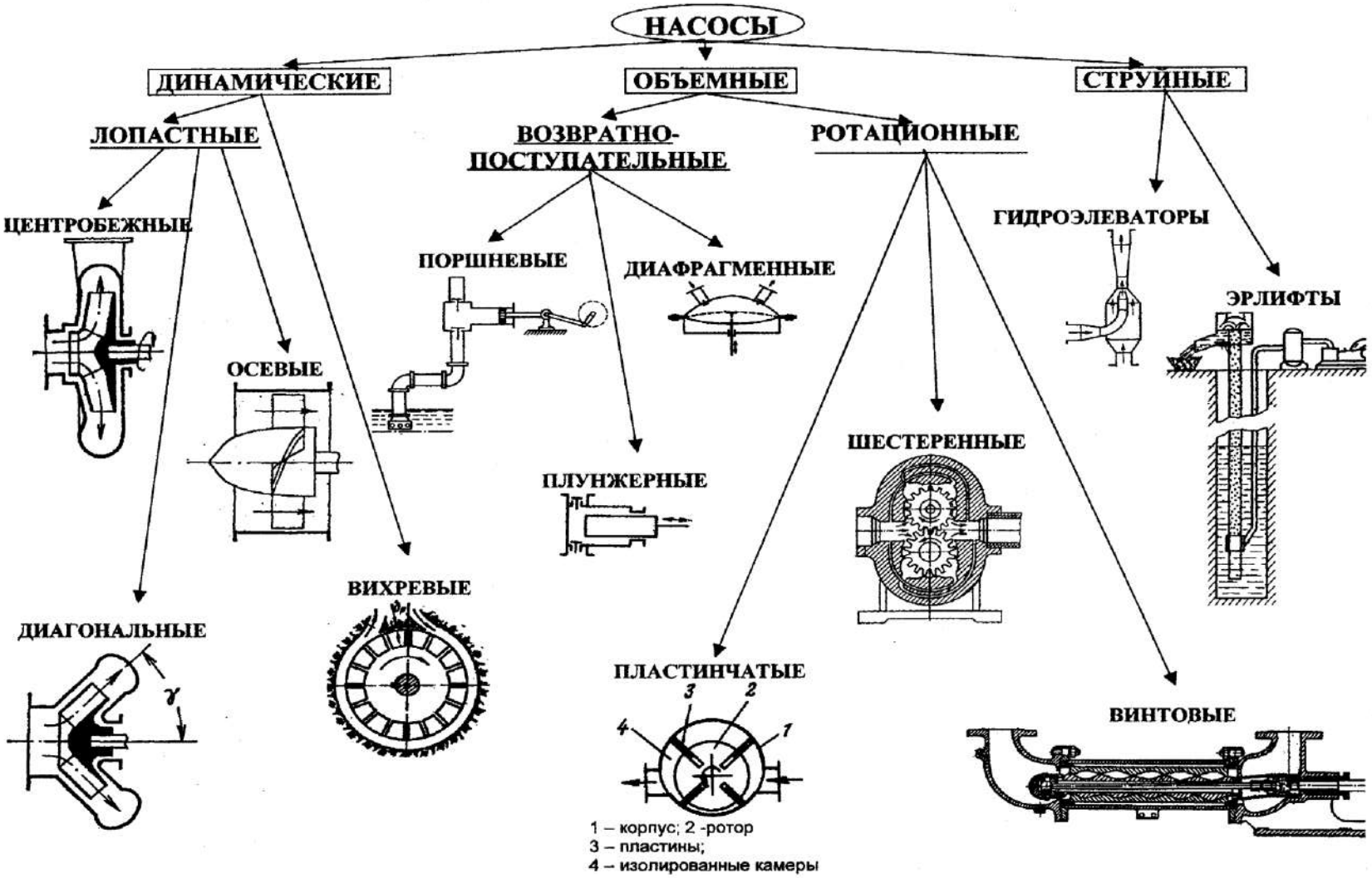


Рис. Классификационная схема насосов

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Основные конструктивные элементы

Основными элементами центробежного насоса являются рабочее колесо, подвод и отвод. Кроме того, к гидравлическим элементам относятся уплотнения, гидравлический затвор, разгрузочное устройство, а к конструктивным – корпус, вал с деталями для крепления колес, подшипники, втулки, стяжные и крепежные детали.

Рабочее колесо условно можно разделить на следующие части: (рис. 9,а) передний диск 1, задний (коренной) диск 2, ступица 3 и лопатки 4. Колеса насосов изготавливают закрытой конструкции (есть все перечисленные части), полуоткрытой (без переднего диска) и открытой (без переднего и заднего дисков). Большинство насосов имеют рабочие колеса закрытой конструкции. Рабочие колеса полуоткрытой и открытой конструкции применяются в насосах специального назначения, перекачивающих загрязненные жидкости (шламовые, фекальные, углесосы и т.д.)

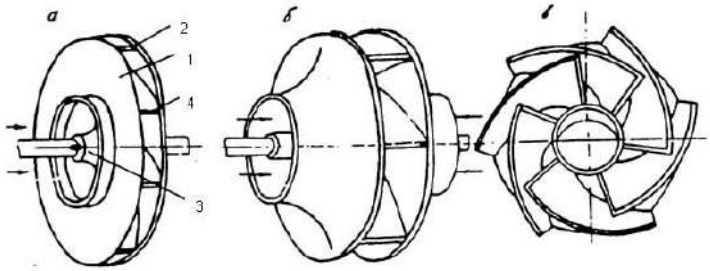


Рис. 9. Рабочие колеса центробежных насосов:
а – закрытое, одностороннего всасывания; б – закрытое, двухстороннего всасывания; в – полуоткрытое.

Рабочие колеса бывают одностороннего и двухстороннего всасывания. Рабочие колеса двухстороннего всасывания (рис. 9,б) представляют собой соединенные в одной детали два обычных колеса. Из условия прочности диски колеса утолщаются по

направлению к втулке. Скорость на внешней окружности литых чугунных колес не более 34-35 м/с.

Форма профиля лопатки должна быть такой, чтобы на всем протяжении ее приращение абсолютной скорости было плавным, равномерным и обеспечивало бы требуемые углы входа и выхода. Лопатки профилируются по дуге окружности или по логарифмической спирали и имеют толщину: чугунные 4-8 мм, бронзовые – 3-6 мм.

КПД насоса зависит от тщательности обработки поверхностей межлопаточных каналов колеса, образуемых его дисками и лопатками, от числа и длины лопаток, от плавности изменения сечения площади прохода в канале. Движение воды в колесе тем правильнее, чем больше число лопаток, но при значительном их числе увеличивается сопротивление трению. Обычно в одном колесе 6-9 лопаток.

В шахтных насосах чаще применяются колеса закрытого типа, так как они допускают осевой разбег вала, необходимый при наиболее распространенном способе уравновешивания осевого усилия; при них меньше утечек жидкости через зазоры.

По удельному числу оборотов рабочие колеса центробежных насосов делятся на три типа: тихоходные (nз = 40-80), нормальные (nз = 80-150), быстроходные (nз = 150-300). Диаметр рабочего колеса обычно не превышает 800 мм.

Для неагрессивной воды рабочие колеса изготавливаются литыми из чугуна или стали, для кислотной – из легированных хромом и никелем сталей, хромистого или кремнистого чугуна, кислотоупорных бронз и пластмасс.

Подвод предназначен для обеспечения равномерного заполнения входа жидкости во всасывающее отверстие колеса с минимальными потерями давления. В современных насосах подводы выполняются в виде конических патрубков (конфузоров) с прямой и искривленной осями, кольцевого подвода и спирального (иногда называют полуспирального) подвода (рис.10).

Прямолинейный конфузор представляет собой конический патрубок с прямолинейной осью (рис. 10,а), в котором иногда устраивается решетка в виде пластин, расположенных в меридиональных плоскостях. Решетка обеспечивает поступление потока в рабочее колесо без вращения. Поток в конфузоре движется ускоренно (скорость жидкости увеличивается на 15-20 %). Это

обеспечивает протекание в канале с минимальными гидравлическими потерями и выравнивание поля скоростей перед входом в рабочее колесо. Прямолинейный конфузор является лучшим типом подводящего канала, но может быть использован только в одноступенчатых консольных насосах.

Конфузор с прямолинейной осью выполняется в виде конического колена с большим радиусом поворота (рис. 10,б).

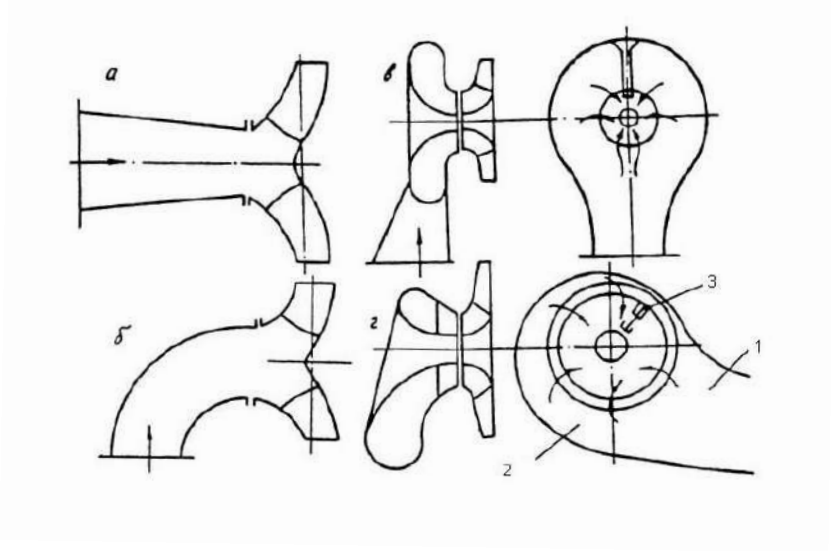


Рис. 10. Типы подводов:
конфузоры с прямой (а) и искривленной (б) осями, кольцевой (в), спиральный (г).

Кольцевой подвод (рис. 10,в) представляет собой канал постоянного сечения, который расположен по окружности входа в рабочее колесо. При такой конструкции равномерность поля скоростей нарушается из-за образования вихревой зоны вокруг вала. Этот тип подвода устраивается лишь в некоторых конструкциях насосов, имеющих разъем, перпендикулярный к валу. Для устранения вихревой зоны применяется спиральный подвод (рис. 10,г), представляющий собой канал переменного сечения по окружности входа в колесо. Благодаря этому одна часть потока попадает в колесо, не обтекая вала, а другая часть плавно обтекает вал, равномерно распределяясь по окружности. Этот подвод в настоящее время применяется в большинстве конструкций многоступенчатых насосов.

Отвод должен обеспечивать движение жидкости от рабочего колеса к внешней сети насоса с наименьшими потерями, по возможности без нарушения симметричности потока в колесе и с уменьшением

скорости потока до величины скорости в начальном участке внешней сети.

В насосах применяют кольцевой отвод, спиральный отвод и направляющий аппарат.

Кольцевой отвод представляет собой цилиндрическую кольцевую камеру постоянной ширины, охватывающую рабочее колесо машины. Такие отводы используются в конструкциях насосов, предназначенных для перекачки загрязненных жидкостей, и в углесосах.

Спиральный отвод состоит из спирального канала и диффузора. Обычно спиральный канал комбинируют с кольцевой камерой (рис. 11). Спиральный канал имеет цилиндрическое или грушевидное сечение. При наличии кольцевой камеры скорость движения жидкости при прохождении через нее постепенно увеличивается к выходу. В спиральный канал жидкость поступает уже с меньшей скоростью, поэтому потери на преобразование динамического напора в статический будут меньше, чем в отводах без кольцевой камеры.

В диффузорах происходит дальнейшее снижение скорости потока и преобразование кинетической энергии жидкости в потенциальную энергию (примерно от 30 до 2-3 м/с).

Спиральные отводы применяются в одноступенчатых насосах, особенно при низких и умеренных напорах.

Направляющие аппараты бывают двух типов: лопаточные и канальные. У лопаточных аппаратов каналы расположены с обеих сторон, образуют отводящие 1 и обратные 2 (подводящие к следующему насосу) каналы (рис. 12). Жидкость, поступающая из рабочего колеса в расположенную за ним радиальную решетку лопастей направляющего аппарата, снижает в 2-2,5 раза скорость. Далее поток жидкости, поворачиваясь в кольцевом канале 3 на 180^0, поступает в обратную радиальную решетку, где обычно происходит окончательное раскручивание потока и дополнительное небольшое уменьшение скорости за счет диффузорного эффекта решетки.

Аппараты с канальными диффузорами (рис. 13) более компактны, поэтому получили преимущественное распространение в насосах. Каналы тоже оборудованы лопастями, но утолщенными к выходу, в результате чего каналы 1 на выходе прямолинейны, что уменьшает концевые потери. Отводящие каналы переходят далее в обратные каналы, составляя с ним единые каналы сплошной формы.

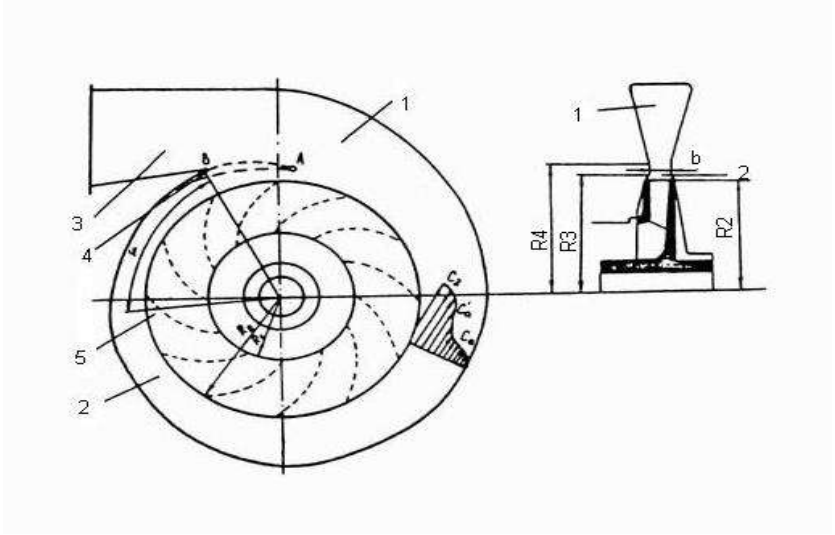


Рис. 11. Спиральный отвод.

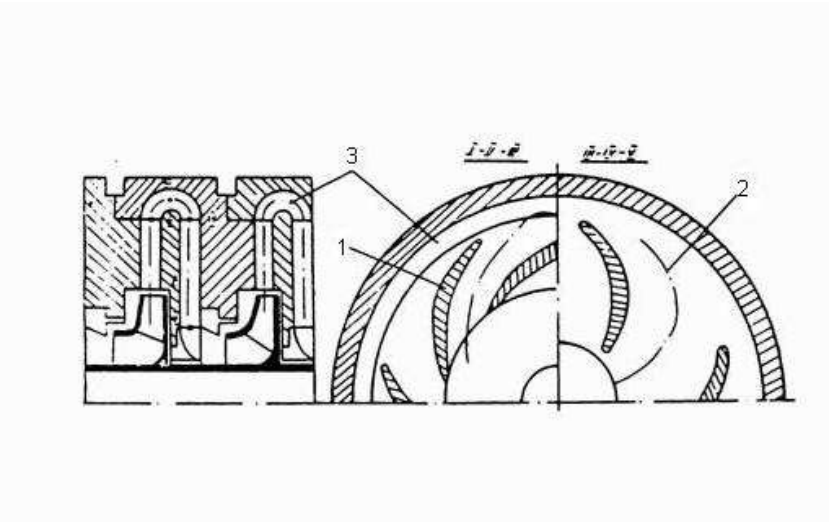


Рис. 12. Лопаточный направляющий аппарат.

Сечение каналов направляющего аппарата увеличивается сначала от рабочего колеса к периферии, а затем от периферии к следующему рабочему колесу. Спиральная часть канала, в целях обеспечения возможности механической обработки, выполняется постоянной ширины. Диффузор делается прямоугольного сечения с конусностью в одной или двух взаимно перпендикулярных плоскостях, с прямолинейной или искривленной осью. Для обеспечения установившегося движения жидкости в рабочем колесе поток в спиральной части каналов направляющего аппарата, аналогично потоку в спиральном отводе, должен быть осесимметричным. Для этого контур лопаток направляющего аппарата должен следовать

линии тока свободного движения и очерчиваться по логарифмической спирали.

Лопаточные отводы применяются в основном в многоступенчатых насосах. Они обеспечивают компактную конструкцию насоса, значительно уменьшая его габариты, в особенности осевой размер.

Уплотнения служат для уменьшения утечек в местах выхода вала из корпуса, внутренних утечек между всасывающей и нагнетательной сторонами рабочего колеса, а также для предотвращения утечек между секциями корпуса в многоступенчатых насосах.

Для уплотнения вала насоса в местах выхода его из корпуса предусматриваются концевые уплотнения, основное назначение которых состоит в предотвращении утечек перекачиваемой жидкости из насоса; в недопущении попадания воздуха в насос при работе последнего с разряжением на входе.

Концевые уплотнения могут быть разделены на три группы: уплотнения с мягкой сальниковой набивкой; уплотнения щелевого типа; торцовые уплотнения.

Сальниковая набивка является наиболее простой с точки зрения конструктивного исполнения и обслуживания, а поэтому является самым распространенным типом уплотнения в насосах общего назначения.

Набивку для сальников чаще всего делают в виде шнуров квадратного сечения, выполненной из хлопчатой бумаги, пеньки, льна, асбеста. Набивку пропитывают смазкой из графита и технического жира или консистентной смазкой, воском с добавкой порошковых металлов, а также различными резиновыми смесями и синтетическими смолами.

В корпусе такого уплотнения (рис. 14) устанавливаются кольца из мягкой сальниковой набивки 1. В осевом направлении кольца сальника поджимаются нажимной втулкой 2; при этом набивка прижимается к валу, уплотняя его. Для обеспечения лучшего прилегания набивки к втулке вала опорные поверхности нажимной втулки и корпуса сальника выполнены со скосом под углом $5\text{-}10^0$ к вертикали.

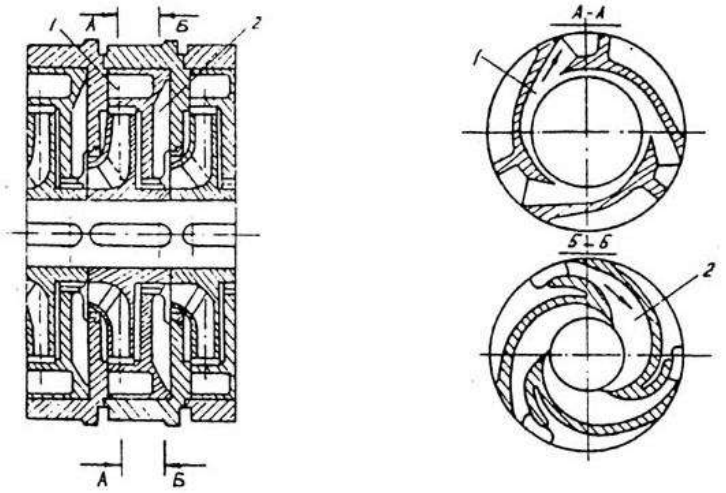


Рис. 13. Канальный направляющий аппарат.

Величина нажимного усилия на сальник должна быть минимальной, исходя из условий обеспечения требуемой герметичности. При правильной работе сальникового уплотнения через него должно протекать наружу некоторое количество жидкости, которая служит для смазки колец набивки и отвода части тепла, выделяющегося при трении. Как правило, через сальник должно просачиваться незначительное количество жидкости (измеряемое каплями). Слишком большая течь через сальник нежелательна не только из соображений эксплуатации, но и потому, что при этом вымывается графит или жир и волокнистый материал набивки остается без пропитки.

Перед установкой набивки необходимо проверить состояние вала и корпуса сальника и свести к минимуму возможные биения вала. Следует помнить, что биение и особенно вибрация вала часто является основной причиной выхода из строя сальниковых уплотнений. Главным недостатком сальниковых уплотнений является малый срок службы, необходимость постоянного ухода (подтяжка, перенабивка), непригодность для работы при окружных скоростях выше 30 м/с. В связи с этим в высокооборотных насосах нашли применение уплотнения щелевого типа. Принцип работы уплотнений заключается в дросселировании давления в цилиндрических щелях, промежуточном отборе и подводе запирающей жидкости. Эти уплотнения не могут удовлетворительно работать на жидкости с

включением абразивных частиц, поэтому в насосах для водоотлива не нашли широкого применения.

В насосостроении находят все более широкое распространение так называемые торцовые уплотнения. На рис. 15 показано одно из таких уплотнений. В этом уплотнении пара трения состоит из неподвижного резинового кольца 1 и фасонного металлического кольца 2. Поддержание необходимого натяга уплотнения достигается пружиной 3 и отчасти внутренним эластичным кольцом 4.

По сравнению с сальниковыми они имеют следующие преимущества: могут нормально работать даже при повышенной вибрации ротора; имеют большую долговечность; не требуют постоянного ухода; могут применяться для более широких диапазонов давлений и окружных скоростей.

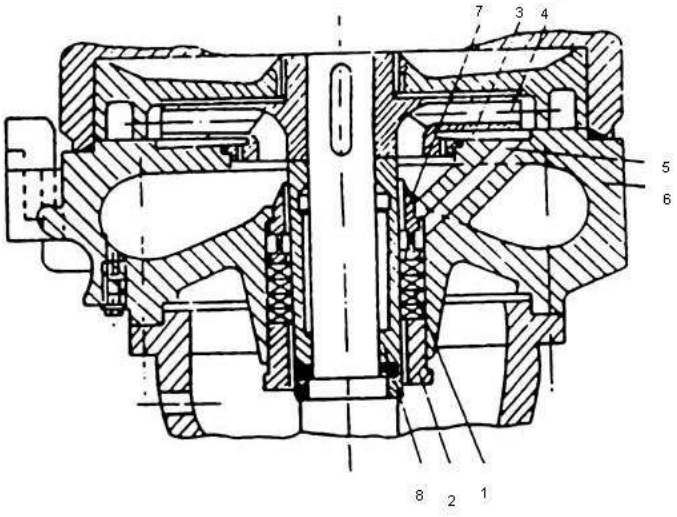


Рис. 14. Сальниковое уплотнение на всасывающей стороне насоса с гидрозатвором.

Существенным недостатком этих уплотнений является необходимость особо тщательного их изготовления, поэтому в насосах для шахтного водоотлива они не нашли применения.

Каждая ступень многоступенчатого насоса имеет в своем составе два уплотнения: переднее уплотнение рабочего колеса и межступенное уплотнение. Переднее уплотнение выполняется следующим образом.

В корпусных деталях насоса устанавливаются неподвижные уплотнительные кольца. Между уплотнительными поясками рабочих колес и кольцами образуется цилиндрическая кольцевая щель, в

которой происходит дросселирование давления протекающей жидкости (рис. 19, поз. 8).

Меньшие протечки дают лабиринтные уплотнения, но они сложнее. Межступенные уплотнения аналогичны передним и выполняются, как правило, щелевыми.

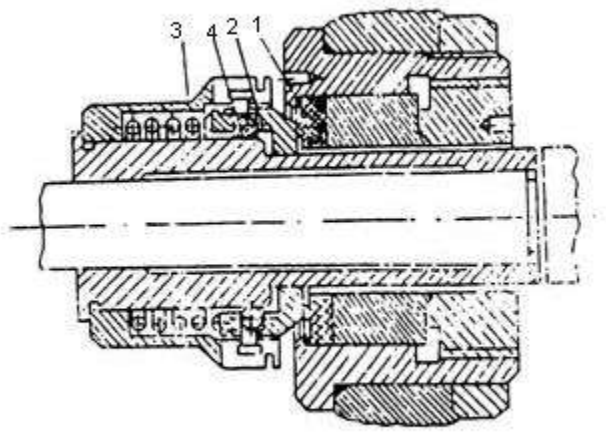


Рис. 15. Торцевое уплотнение

Стенки уплотнений подвержены довольно интенсивному износу. Увеличение зазора происходит за счет щелевой кавитации, быстрого движения жидкости и наличия в перекачиваемой жидкости небольшого количества абразивных частиц. С учетом этого уплотнения большей частью выполняются со съемными кольцами, которые винтами крепятся к корпусным деталям. Аналогичным образом устанавливаются кольца межступенных уплотнений.

Материал уплотнительных колец должен обладать хорошей эрозионной и коррозионной стойкостью и стойкостью против задирания в паре с материалом рабочего колеса. Уплотнительные кольца могут быть выполнены из чугуна, термообработанной стали, бронзы, углеродистой и нержавеющей стали.

Гидравлический затвор препятствует проникновению воздуха из атмосферы в насос. На рис. 14 показано сальниковое уплотнение на всасывающей стороне насоса с гидрозатвором. Для образования гидравлического уплотнения из передней пазухи 3, первого рабочего колеса 4 через отверстие 5 в крышке всасывания 6 вода подается во втулку 7 гидрозатвора через выточку и отверстие в ней, заполняет

полость гидрозатвора, образованную рубашкой вала и расточной втулки гидрозатвора.

Надобность в гидрозатворе сальника на нагнетательной стороне насоса отпадает. Исключения составляют насосы, предназначенные для перекачивания гидросмеси. В этих насосах применяются гидрозатворы с двух сторон, в которые подается чистая вода от постороннего источника. Этим исключается попадание гидросмеси в сальниковое уплотнение, что вызвало бы интенсивный износ вала в месте его прохода через сальник.

Разгрузочное устройство лопастных машин. В лопастных машинах неизбежны осевые усилия, действующие по оси ротора в сторону входа текучего в машину. В центробежных насосах осевое усилие настолько велико (до нескольких тонн), что его уравновешивание представляет сложную задачу.

Физическая природа осевого усилия может быть установлена из схемы рабочего колеса и эпюры давлений, действующих на обе стороны колеса (рис. 16). Благодаря вращению жидкости давление P_2 изменяется вдоль радиуса по параболическому закону. В области от R_2 до $R_У$ давления слева $P_Л$ и справа $P_П$ равны (уравновешиваются), а в пределах от $R_У$ (радиус уплотнительного кольца) до $R_В$ (радиус вала) давление слева, равное давлению у входа в рабочее колесо, меньше давления справа.

Вследствие этой разности давлений возникает осевое усилие Т, которое стремится сместить колесо с вала в сторону всасывания.

Осевое усилие может быть уравновешено различными способами: применением рабочих колес двухстороннего всасывания (рис. 9,б и 17,а) симметричным парным (рис. 17,б) или групповым (рис. 17,в) расположением рабочих колес, разгрузочными отверстиями (рис. 17,г), разгрузочным диском (рис. 17,д) и упорными подшипниками.

У рабочих колес двухстороннего всасывания и при симметричном расположении колес полного уравновешивания осевого усилия не достигается (неточное изготовление или неодинаковый износ уплотнений). Поэтому необходимо дополнительно ставить упорные подшипники, предотвращающие осевые смещения валов.

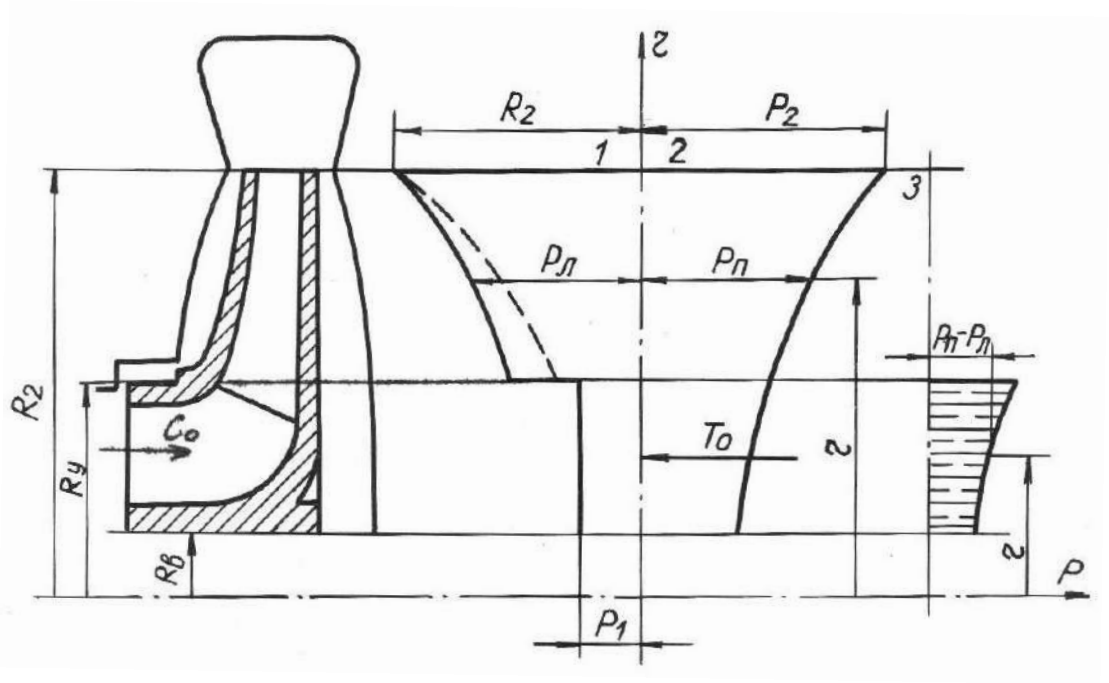


Рис. 16. Эпюра давления на стенки рабочего колеса.

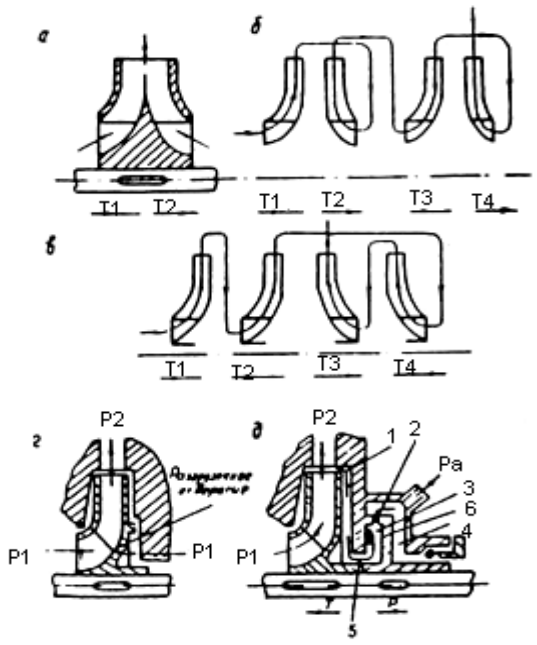


Рис. 17. Способы уравновешивания осевого усилия.

Довольно просто уравновешивание достигается сверлением нескольких отверстий (обычно от четырех до восьми) в заднем диске рабочего колеса (рис. 17,г), а для предотвращение при этом больших

утечек ставят уплотнительное кольцо. В задней полости благодаря отверстиям создается давление, примерно равное P_1. Этим достигается почти полное уравновешивание. Недостатками этого способа являются большие утечки жидкости и снижение КПД.

Полное уравновешивание осевого усилия достигается с помощью разгрузочного диска (гидравлической пяты), рис. 17,д. Разгрузочный диск 6 насажен на вал и к нему подводится жидкость под высоким давлением (от последнего рабочего колеса) через заднюю полость 1 рабочего колеса, зазор 5 и переднюю полость камеры 3. Так как давление в полости 3 высокое, а в полости 4 – низкое, будет происходить перетекание жидкости через зазор 2 в полость 4. Эту жидкость необходимо отводить в колодец или во всасывающую трубу (в некоторых конструкциях, как уже отмечалось, жидкость отводится к гидрозатвору), иначе давление в полостях 3 и 4 быстро выравнивается и устройство перестает действовать. Жидкость, попав в полость 3, стремится сдвинуть разгрузочный диск и тем самым компенсирует осевое усилие. При увеличении осевого усилия вал вместе с диском сдвигается в сторону всасывания. При этом зазор в кольцевом уплотнении между диском и корпусом (зазор 2) уменьшается, давление в камере 3 увеличивается, а следовательно, увеличивается сила, действующая на диск. Перемещение диска и увеличение силы будет происходить до того момента, пока не наступит равенство двух сил. И наоборот, при большом давлении в полости 3 разгрузочное усилие будет больше осевого. Разность усилий приведет к перемещению диска в противоположную сторону, к увеличению зазора 2, пока не наступит равновесие.

Корпус объединяет все неподвижные детали насоса в один общий узел – статор. Он выполняется из двух основных конструктивных форм (секционной или с горизонтальным разъемом).

Секционный корпус состоит из нескольких одинаковых основных и двух замыкающих секций, несущих всасывающий и напорный патрубки.

Последняя ступень давления обычно размещается в замыкающей секции, несущей напорный патрубок насоса. Каждая секция представляет собой цилиндрическую, литую из чугуна или стали толстостенную оболочку, включающую разделительную диафрагму, а также направляющий аппарат.

Большим достоинством секционной конструкции корпуса является возможность создания из одинаковых секций насосов с различным

числом ступеней (от 2 до 10), а следовательно, получение различных напоров. При этом изменяются только размеры вала, стяжных болтов и плиты.

Недостатками секционной конструкции корпуса являются сложность монтажа и малая доступность рабочих колес для осмотра.

Для осмотра и ремонта колес секционного насоса необходимо удалить стяжные болты и последовательно снять все секции при одновременной разборке ротора.

Корпус с горизонтальным разъемом состоит из двух цельнолитых (из чугуна или стали) половин, из которых нижняя несет всасывающий и напорный патрубки. Последнее, впрочем, не обязательно, хотя создается большое удобство при разборке и ремонте насоса.

У насосов такого типа каналы проточной части (подвод и отвод) выполняются непосредственно в отливке корпуса. Это позволяет придать им форму, наиболее благоприятную в гидродинамическом отношении. Однако требования к точности размеров отливки и к качеству (шероховатости) поверхности каналов проточной части должны быть высоки.

Технологические трудности получения в отливе проточной части многоступенчатых насосов точных размеров и высокой степени чистоты поверхности каналов делают во многих случаях целесообразным выполнение элементов проточной части корпуса в форме отдельных деталей: направляющего аппарата и обратного канала. Такое конструктивное исполнение позволяет обеспечить точность размеров и чистоту поверхности механической обработкой. Одновременно возможно дифференцированное применение материалов.

Материал для корпусов насосов выбирается из соображений прочности и коррозионной стойкости. Наиболее распространенным материалом является чугун или углеродистая сталь. Значительными достоинствами в качестве материала для корпусов насосов обладает модифицированный чугун, имеющий более высокие механические свойства при относительно простой технологии производства.

Вал насоса является весьма ответственной деталью; при высокой частоте вращения он подвергается действию больших поперечных сил. При расчете вала на прочность и жесткость учитываются следующие внешние нагрузки: передаваемый от двигателя крутящий момент, собственный вес вала и посаженных на него деталей,

поперечные силы, обусловливаемые несимметричным подводом и отводом жидкости и неточностью балансировки колес.

Валы изготавливаются из проката или поковок. В том и другом случае выполняется механическая обработка. Материалом для валов служат углеродистая конструкционная и специальная легированные стали.

Вал с посаженными на него деталями носит название ротора насоса. Роторы центробежных насосов балансируют, причем у мелких насосов производится статическая, а у крупных статическая и динамическая балансировка.

Основное назначение втулок – предохранить вал от коррозии, эрозии и износа. Существует большое разнообразие втулок по назначению и конструктивным признакам. Наиболее ответственными являются втулки вала в зоне концевых уплотнений насоса. В зависимости от типа уплотнения меняется и назначение втулок.

Например, при мягких сальниковых уплотнениях втулки служат для предупреждения износа вала набивки. Выполняются такие втулки с гладкой, твердой, цилиндрической поверхностью, обработанной с высокой степенью чистоты.

Втулки на валу фиксируются шпонками. В осевом направлении они зажимаются гайками вала. Для предотвращения протечек жидкости под втулкой предусматриваются специальные уплотнения.

Материал втулок выбирается в зависимости от их назначения. Для повышения износостойкости втулок из обычных материалов применяются: поверхностная металлизация (азотирование, борирование и т.д.); упрочнение (накатка роликом и др.) или наплавка твердым сплавом (стеллитом, сормайтом). Одним из простых способов является хромирование гальваническим способом с нанесением слоя толщиной 0,2 мм. В корытообразных кронштейнах корпуса насоса устанавливаются подшипники. При сборке насоса подшипники регулировочными винтами могут перемещаться в плоскости, перпендикулярной оси насоса. После того как ротор займет нужное положение, подшипники фиксируются штифтом.

Для малых и средних насосов в качестве радиальных опор применяются шарико- и роликоподшипники. Смазка этих подшипников либо консистентная, либо жидкая с помощью смазочных колец.

При больших окружных скоростях работоспособность шарикоподшипников резко снижается. Поэтому в крупных насосах в

качестве радиальных опор часто применяются подшипники скольжения, которые при правильной установке и эксплуатации имеют практически неограниченный срок службы.

Крупные насосы большой подачи выполняются с подшипниками скольжения. В одних случаях применяется смазка с помощью колец, висящих свободно на валу и поднимающих масло на вал из ванн в корпусе подшипника; в других случаях масло подается в подшипники при помощи насоса.

В качестве примера рассмотрим конструкции трех основных центробежных насосов: консольного, спирального с горизонтальным разъемом и секционного.

Особенности конструкций центробежных насосов серии К, Д, ЦНС

4.2.1.**Консольный насос** состоит из следующих основных элементов: рабочего колеса, подводящего патрубка, спирального корпуса, сальникового уплотнения, гидравлического затвора, вала, опорного кронштейна, подшипников, втулки, стяжных и крепежных деталей.

На рис. 18 представлен продольный разрез консольного насоса 4К-8.

Рабочее колесо 4 (закрытой конструкции, одностороннего всасывания, чугунное) посажено на вал 11 на шпонке и закреплено гайкой 5 с левой резьбой. В коренном диске рабочего колеса имеются отверстия и уплотнительное кольцо для уравновешивания осевой силы.

Подвод выполнен в виде конического подводящего патрубка (конфузора) 2 с прямой осью.

Отвод – спирального типа, состоит из спирального канала грушевидного сечения и диффузора. Спиральный канал является внутренней полостью чугунного корпуса 6, который отлит заодно с напорным патрубком, выполняющим роль диффузора. В верхней и нижней частях корпуса имеются отверстия, закрытые пробками. Верхнее предназначено для выпуска воздуха при заливке насоса перед пуском, нижнее – для слива перекачиваемой жидкости при осмотре и ремонте.

Подводящий патрубок (подвод) отлит заодно с крышкой корпуса и обеспечивает осевой вход жидкости в рабочее колесо. Уже отмечалось, что такой тип подвода обеспечивает протекание потока в канале с минимальными гидравлическими потерями и является лучшим типом подводов. Пробка 1 на фланце подводящего патрубка закрывает отверстие для заливки насоса перед пуском.

На выходе вала из спирального корпуса установлено сальниковое уплотнение 8 с гидрозатвором.

Сальниковая набивка представляет собой пропитанную плетеную хлопчатобумажную набивку ХБП 10х10х173 (ГОСТ 5192-66). Гидрозатвор осуществляется подачей воды из задней пазухи рабочего колеса через отверстие в спиральном корпусе к кольцу 9. Кольцо имеет выточки и отверстия, через которые вода поступает к защитной втулке 10. При работе насоса в полости, образованной поверхностью защитной втулки и расточкой кольца сальника, образуется жидкостное кольцо, препятствующее просачиванию воздуха на вход в рабочее колесо через сальник и нагрузочные отверстия. Просачиваясь в зазор между сальниковой набивкой и защитной втулкой, вода охлаждает их. Поэтому чрезмерная затяжка сальника недопустима, так как может вызвать сгорание сальниковой набивки и преждевременный износ защитной втулки.

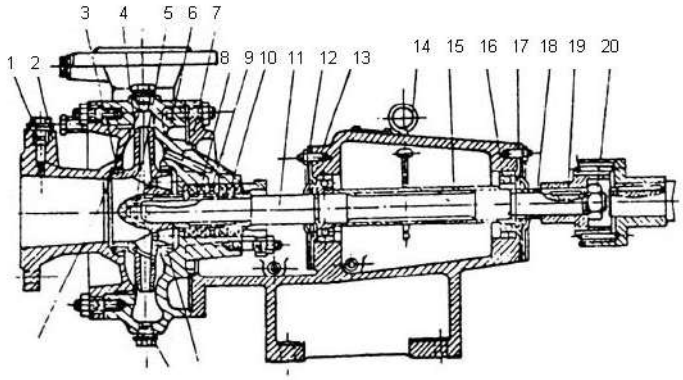


Рис. 18. Консольный насос 4К-8.

В корпусе и крышке по плотной посадке установлены чугунные уплотняющие кольца 3 для предупреждения износа корпусных деталей и уменьшения объемных потерь.

Два шарикоподшипника 16, установленные в подшипниковой камере кронштейна 7, служат опорами вала и воспринимают

оставшуюся неуравновешенную часть осевой силы. Внутренние кольца подшипников зажаты между гайкой 20 и заплечиком вала через полумуфту 19, распорную втулку 18 и распорную трубку 15, а возможное перемещение ротора вместе с подшипниками ограничено (с зазором 0,1-0,47 мм) упорными крышками 13.

Для смазки подшипников применяется жидкая смазка. Уровень масла контролируется масломером 14. Масляная ванна подшипников герметизирована уплотняющими кольцами и отражателями, установленными в крышках 17 кронштейнов. Кроме того, по торцовым плоскостям крышек и камер подшипников имеются прокладки 12.

Вал насоса соединен с валом электродвигателя с помощью упругой муфты.

Центробежные консольные насосы обладают рядом достоинств: относительно малой массой, габаритными размерами, облегчающими их транспортировку по горным выработкам, свободным доступом к рабочему колесу, что повышает ремонтноспособность насоса, простой конструкцией и относительно низкой стоимостью. Насосы типа К выпускаются девятнадцати типоразмеров.

В шахтных насосах применяются насосы 2К-6, 3К-6, 4К-6, 4К-8.

4.2.2. **Насосы типа Д** предназначены для перекачивания чистой неагрессивной воды температурой до 100^0С. В качестве примера рассмотрим конструкцию насоса 8 НДв-60, представленного на рис. 19. Рабочее колесо 9 двухстороннего всасывания посажено на валу 3 по скользящей посадке на шпонке и зажато с двух сторон защитными втулками 5 с левой и правой резьбой через проставки 7.

Подвод и отвод спирального типа выполнены в корпусе. Корпус с горизонтальным разъемом в плоскости, проходящей по оси вала, состоит из двух цельнолитых половин (чугун СЧ-18-36). Нижняя половина 12, входной и напорный патрубки представляют собой литую деталь. В этой части корпуса имеются резьбовые отверстия, закрытые пробками, для слива воды и кронштейны с лапами для крепления насоса на фундаменте.

Верхняя часть корпуса 10, называемая крышкой, крепится к нижней болтами. В верхней части имеется закрытое пробкой резьбовое отверстие, которое служит для заливки насоса перед пуском.

Благодаря расположению подводящего и напорного патрубка в нижней половине корпуса (под углом 180^0 друг к другу) имеется

возможность производить вскрытие насоса и ремонт ротора без демонтажа подводящего и напорного трубопроводов и снятия насоса с фундамента.

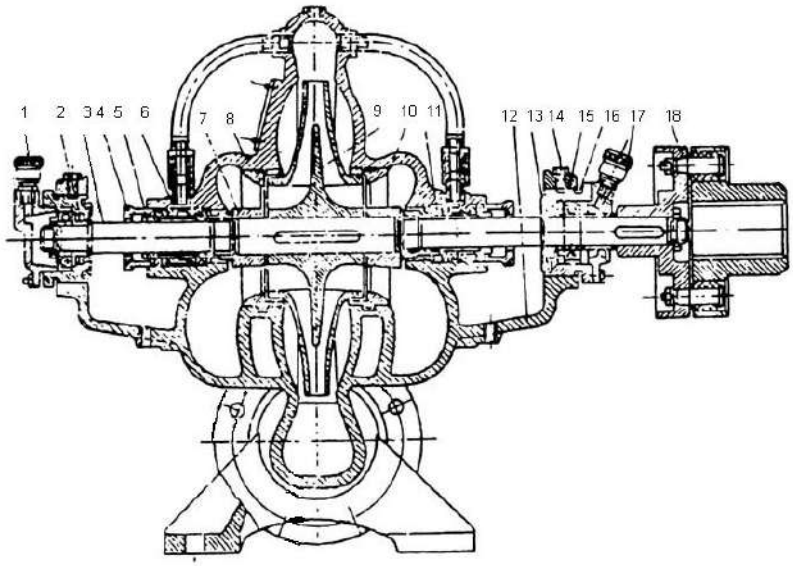


Рис. 19. Насос 8НДв-60.

Вал насоса опирается на подшипники 16, заключенные в чугунных корпусах 15. Крышки 1 крепят подшипники к кронштейнам корпуса 12. От проворачивания в кронштейне корпус подшипника удерживается винтом 14. В крышке подшипника устанавливается пресс-тавотница 17 для смазки подшипника.

Для предупреждения вытекания смазки в корпусе и крышке подшипника размещено уплотнение 2. Отбойные кольца 13 предохраняют подшипники от попадания воды, вытекающей из сальника.

Рабочее колесо уплотняется в корпусе насоса и крышке чугунными уплотняющими кольцами 8, установленными в корпусе и крышке по скользящей посадке. Нормальный зазор между уплотняющими кольцами и поясками рабочего колеса составляет 0,2-0,25 мм на сторону.

При неравномерном износе уплотняющих колес на роторе возникает неуравновешенная осевая сила, которая может вызвать поломку подшипника, что с одной стороны представляет повышенные требования к очистке перекачиваемой воды от механических примесей, а с другой – требует систематического контроля состояния уплотняющих колец и зазора в уплотнении.

Выход вала из корпуса уплотняется сальниковым уплотнением с гидрозатвором.

Сальниковая набивка, выполненная из плетеного хлопчатобумажного шнура, поджимается чугунной крышкой 4. Грундбуксы 11 предохраняют корпус от преждевременного износа.

Гидрозатвор осуществляется подачей воды из напорной полости крышки насоса по трубам к кольцам 6. Кольца имеют расточку и отверстия, через которые вода проходит к поверхности защитной втулки. При работе насоса вода, вращаясь вместе с защитной втулкой, образует в полости сальника гидравлическое кольцо, препятствующее проникновению воздуха через сальник. Кроме того, просачиваясь в зазор между защитной втулкой и кольцами сальниковой набивки, вода охлаждает сальник.

Привод насоса от электродвигателя осуществляется через втулочно-пальцевую муфту. Ведомая полумуфта 18 установлена на валу насоса на шпонке.

4.2.3. **Насосы центробежные секционные** предназначены, главным образом, для откачки нейтральной воды в горнорудной промышленности с содержанием механических примесей не более 0,2 % по весу при размере твердых частиц не более 0,2 мм. Для примера рассмотрим конструкцию насоса ЦНС-300-120…600 (рис. 20).

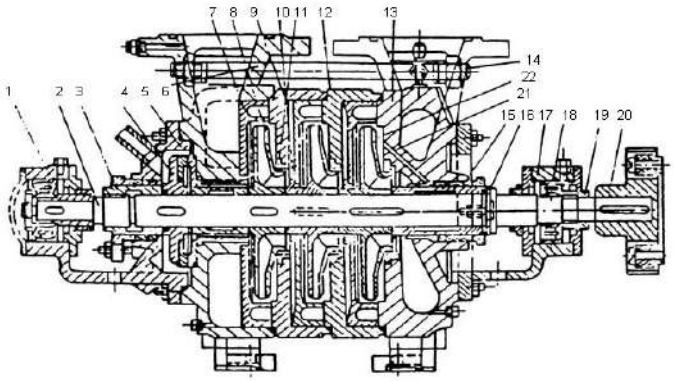


Рис. 20. Насос ЦНС 300-120…600.

Насос имеет от двух до десяти рабочих колес 8 закрытой конструкции одностороннего всасывания, выполненных из чугуна СЧ 21-40.

Подвод спирального типа выполнен в крышке всасывания насоса 13. Отвод представляет собой направляющий аппарат канального типа.

Рабочие колеса 8 посажены на вал 2. Кроме этого, на валу посажены: кольцо 16, защитная рубашка 15, дистанционная втулка 5, гидравлическая пята 4. Все перечисленные детали стягиваются на валу
гайкой 3 и образуют ротор насоса. Правильность установки ротора проверяется по контрольной риске, которая ставится на специальной гайке 19 заподлицо с крышкой подшипника со стороны муфты.

Статор (корпус насоса) включает: крышку всасывания 13, крышку нагнетания 6, секции 9 с направляющими аппаратами 7, кронштейны передний 17 и задний 1. В этих кронштейнах по скользящей посадке установлены два радиальных сферических роликоподшипника 18, что позволяет перемещаться ротору в осевом направлении.

Крышки всасывания, нагнетания и секции стягиваются стяжными шпильками 14. Стыки секций уплотняются резиновыми шнурами 12.

Места выхода вала насоса из корпуса уплотняются сальниковой набивкой, пропитанной антифрикционным составом. Для насосов этого типа набивка выполняется многослойная плетеная ПП16,. Кольца набивки устанавливаются с относительным смещением зазоров на 1200. Кроме сальникового уплотнения в месте выхода вала из корпуса насоса со стороны всасывания устанавливается гидравлическое уплотнение (гидрозатвор), исключающее засасывание воздуха через сальник. Вода под давлением, созданным первым рабочим колесом, через отверстие в крышке всасывания подводится к втулке гидрозатвора.

Внутренние уплотнения насосов – щелевые, образованные поясами рабочих колес и уплотняющими чугунными кольцами 10, 11. Внутренние поверхности уплотняющих колец и пояски рабочих колес закалены до твердости соответственно HRC 30…35 и HRC 35…40.

Для уравновешивания осевого усилия применяется гидравлическое разгрузочное устройство. С целью повышения износостойкости гидравлическая пята 4, изготовленная из стали

Ст.5, снабжена кольцом из стали 40х13. Кроме того, кольца гидропяты, гидропята и дистанционная втулка 5 закалены до твердости HRC 30…35.

Принцип действия гидравлического разгрузочного устройства описан выше.

Насосы приводятся во вращение электродвигателем через упругую втулочно-пальцевую муфту. Направление вращения – правое, по часовой стрелке со стороны электродвигателя. Полумуфта 20 на валу насоса посажена по напряженной посадке до упора в заплечик вала.

Для безопасности обслуживающего персонала муфта защищена кожухом. Работа без кожуха запрещается.

4.2.4 **Насосы ЦНС(К)** в достаточно полной мере покрывают поля потребных водоотливных режимов шахт, рудников и открытых горных разработок. Широко применяются они и в различных смежных отраслях промышленности: металлургической, химической и других. Насосы были разработаны еще в 40-х гг. прошлого века (удостоены Государственной премии СССР за 1946 г.), и с того времени их гидравлическая схема не претерпела сколько-нибудь существенных изменений, несмотря на проводимые модернизации (АЯП - МС(К) - ЦНС(К)).

Поэтому данные насосы не удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым к шахтным центробежным насосам, как с точки зрения их экономичности, так и надежности работы. Применяемое в них для компенсации осевой силы гидравлическое разгрузочное устройство, состоящее из вращающегося диска и неподвижных элементов, является источником значительных объемных потерь (до 5-6 % и более от номинальной подачи насоса) и обладает низкой эксплуатационной надёжностью (наработка до отказа составляет в среднем всего 110... 140 часов). На загрязнённой воде наработка до отказа снижается до 60...80 часов, что создает большие проблемы при техническом обслуживании насосов. На протяжении всего времени эксплуатации насосов в горной промышленности предпринимались многочисленные попытки совершенствования их разгрузочных устройств с целью снижения объемных потерь и повышения надежности работы [5, 6 и др.]. Однако принципиального улучшения работы разгрузочных устройств

добиться не удалось, и шахтные секционные насосы, несмотря на некоторые свои очевидные преимущества в сравнении с насосами других типов, продолжают эксплуатироваться с низким уровнем эффективности. Главная причина этого кроется в несовершенной гидравлической схеме насоса, неотъемлемой составной частью которой является наличие гидравлического разгрузочного устройства. В связи с этим необходима разработка принципиально других схем секционных насосов, в которых компенсация осевых сил осуществлялась бы наиболее эффективным способом - симметричным расположением на валу рабочих колес одностороннего всасывания и применением рабочих колес двухстороннего всасывания. Данному требованию отвечают секционные двухпоточные насосы, состоящие из двух одинаковых групп секций, расположенных симметрично по отношению друг к другу. Такие насосы по предложению авторов разрабатываются в настоящее время на кафедре горной механики УГГУ. На рис. 21 приведена схема секционного двухпоточного насоса. Насос имеет два всасывающих входа, два всасывающего патрубка 1, рабочие колеса одностороннего всасывания, зеркально расположенные по отношению друг к другу в обеих группах насоса 2, выходную секцию с рабочим колесом двустороннего всасывания 3.

При создании таких насосов в первую очередь необходимо выполнение следующих основных требований:

- обеспечение идентичных условий входа жидкости на первые рабочие колеса обеих групп секций насоса;
- обеспечение одинаковых условий прохождения жидкости через обе группы секций;
- обеспечение идентичных условий перевода жидкости из последних секций обеих групп насоса в нагнетательный патрубок и далее в нагнетательный трубопровод;
- расположение продольных осей нагнетательного и общего всасывающего патрубков насоса должно быть в одной плоскости, проходящей через середину его проточной части;
- рабочие колеса в обеих группах насоса должны быть повернуты относительно друг друга на 180°.
- Отличительной особенностью рассматриваемых двухпоточных секционных насосов является техническая возможность комплектования их на базе серийных унифицированных узлов однопоточных насосов, выпускаемых в настоящее время. Прежде

всего это касается комплектов отдельных секций (корпус, рабочее колесо с уплотнениями, направляющий аппарат), одинаково используемых в насосах обеих типов. При этом следует иметь в виду, что направление изгиба лопаток рабочих колес разных групп секций должно быть противоположным (при рабочем направлении вращения вала лопатки должны быть идентично отогнуты назад у обеих групп насоса).

- Из конструкции двухпоточного насоса помимо всего комплекта разгрузочного устройства устраняется также задняя крышка, которую заменяет передняя всасывающая крышка и,
- таким образом, насос будет иметь два одинаковых комплекта всасывающих крышек с гидрозатворами и сальниковыми уплотнениями, что повысит степень унификации его узлов и удешевит производство. Что касается валов и стяжных болтов, то они могут быть полностью идентичными аналогичным узлам однопоточных насосов. Таким образом, переход заводского производства с однопоточных насосов на двухпоточные может быть осуществлён с минимальными затратами на перевооружение производства. Конечно, при этом не исключается совершенствование (конструктивное или технологическое) каких-либо узлов насосов или их схем.

- Сравнительный типоряд двухпоточных секционных насосов, создаваемых на базе существующих однопоточных, приведен в таблице 3.14. Он разработан на основе использования существующей элементной базы заводов-изготовителей однопоточных насосов с учётом изложенных выше замечаний и предложений. При этом в качестве выходной секции двухпоточного насоса принята секция с рабочим колесом двустороннего всасывания. С учетом этого минимальный напор насоса (группы секций) будет соответствовать напору двух рабочих колес (первого одностороннего и второго двустороннего всасывания).

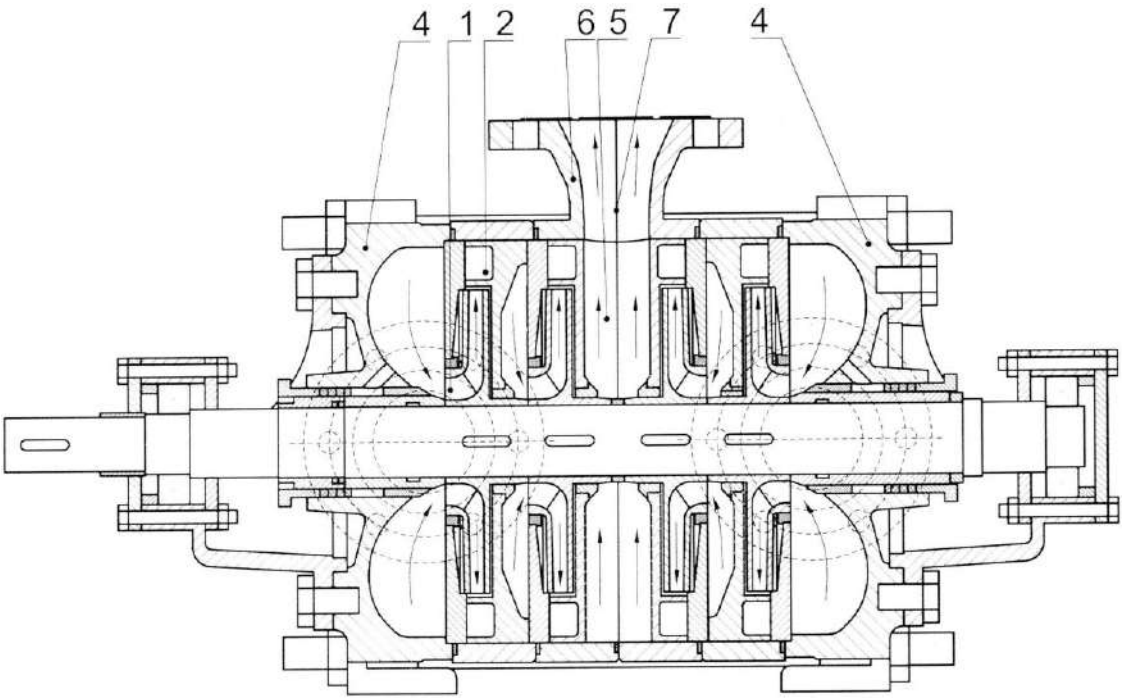


Рис. Секционный двухпоточный насос: стрелками показано движение воды от полости всасывания через рабочие колеса в полость нагнетания

- Таблица№

- Сравнительная оценка секционных насосов

Однопоточная схема			Двухпоточная схема		
Обозначение	номинальная подача, м'/ч	номинальный напор, мм вод. ст.	Обозначение	номинальная подача, мУч	номинальный напор, мм вод. ст.
ЦНС 13-70...350	13	70... 350	ЦНСЛ 26-70...175	26	70... 175
ЦНС 38-44...220	38	44...220	ЦНСД 76-44...110	76	44... 1 10
ЦНС 60-66...330	60	66...330	ЦНСД 120-66...165	120	66... 165
ЦНС 105-98...490	105	98...490	ЦНСД 210-98...245	210	98...245
ЦНС 180-85...425	180	85...425	ЦНСД 360-85...212	360	85...212
ЦНС 180-500...900	180	500... 900	ЦНСД360-300...500	360	300... 500
ЦНС 300-120...600	300	120... 600	ЦНСД600-120...300	600	120-300

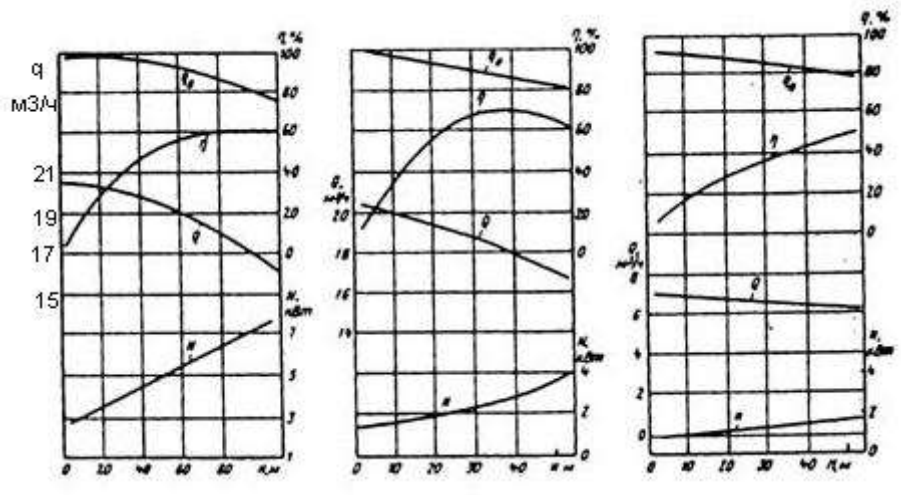
ЦНС 300-650... 1300	300	650... 1300	ЦНСД 600-260...650	600	260... 650
ЦНС 500-160...800	500	160... 800	ЦНСД 1000-160...400	1000	160- 400
ЦНСГ850-240...	850	240... 960	ЦНСД 1700-240... 480	1700	240-480
ЦНС 180-1050... 1900	180	1050... 1900	ЦНСД 360-380...950	360	380-950
ЦНС 630-1700	630	1700	ЦНСД 1260-850	1260	850

Анализ таблицы 2 показывает, что типоряд секционных двухпоточных насосов даже на существующей элементной базе заводов-изготовителей может покрывать основную часть потребных водоотливных режимов горных предприятий. По номинальной подаче секционные двухпоточные насосы (от 26 до 1700 $м^3$/ч) практически в полном объеме могут заменить менее совершенные в конструктивном отношении шахтные спиральные насосы типов ЦН, МД, НД и др., имеющие номинальные подачи 250...2000 $м^3$/ч при напоре, в большинстве случаев не превышающем 350...400 м.

Следует сказать, что спиральные насосы обладают повышенными массогабаритными показателями, невозможностью регулирования их напора изменением числа рабочих колес, низким уровнем технологичности и унификации. Замена их на более совершенные секционные двухпоточные насосы позволит существенно повысить эффективность насосного оборудования горных предприятий.

Винтовые насосы 1В20/10, 1В20/5 и 1В6/5

Одновинтовые насосы 1В20/10, 1В20/5 и 1В6/5 изготовляемые в соответствии с ГОСТ18863-73 и ТУ 26-06-526-70, предназначены для перекачивания чистой загрязненной нейтральной воды с содержанием механических примесей до 5% по массе при величине твердых частиц не более 2-3мм. Температура перекачиваемой жидкости не должна превышать 50^0С.



1В20/10 1В20/5 1В6/5

Рис. 21. Характеристики насосов.

При соблюдении правил эксплуатации и использовании насосов по назначению завод гарантирует ресурс насосов до капитального ремонта 750ч.

Насосы рекомендуются к использованию для участкового и местного водоотлива шахт, для водоотлива из зумпфов и водосборников при проведении уклонов, наклонных стволов и горизонтальных выработок с притоками неагрессивной воды до 5м^3/ч для насосов 1В6/5 и до 15м^3/ч для насосов 1В20/10, 1В20/5.

Обозначение насосов состоит из цифры 1 и буквы В, обозначающих сокращенное наименование (одновинтовой), и дроби, числитель которой указывает округленное значение подачи (л) на 100 оборотов винта, знаменатель – давление нагнетание (кгс/см^2).

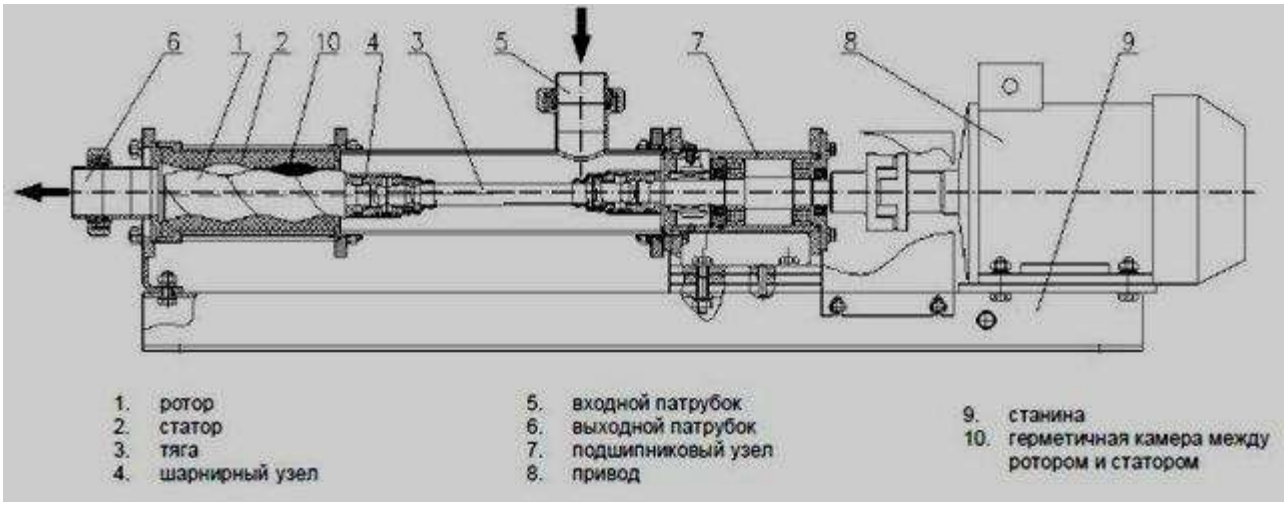


Рис. 22. Насос 1В20/10

На рис. 21. Приведены характеристики насосов.

Присоединительные параметры фланцев даны в таблице 1.

Конструкция всех трех типов насосов одинакова. Насос (рис. 22.) состоит из следующих основных узлов: рабочей и опорной частей, карданного вала, эластичной муфты со стопорным устройством и перепускного устройства.

Насос и электродвигатель смонтированы на раме 1. Рама насосов 1В20/10 и 1В20/5 изготовлена из швеллера №10, а насоса 1В6/5 – из швеллера №8 и для удобства транспортировки выполнена в виде салазок.

Рабочая часть насоса состоит из стального однозаходного винта 7, резиновой обоймы 6 и чугунного всасывающего корпуса 3.

Однозаходный винт и двухзаходная обойма является рабочими органами насоса, сообщающими энергию перекачиваемой жидкости.

Таблица 1

Присоединительные параметры	Насосы					
	1В20/10	1В20/5	1В6/5	1В20/10	1В20/5	1В6/5
	Подводящий патрубок			Напорный патрубок		
Диаметр, мм:						
Фланца внутренний	80	80	40	70	70	32
Фланца наружный	180	180	130	185	185	135
Отверстий под болты	18	18	14	18	18	18
Окружности по центрам болтов	145	145	100	150	150	100
Число отверстий под болты	4	4	4	4	4	4

Центры поперечных сечений (рис. 23.) рабочего винта находятся на винтовой линии, ось которой является осью вращения винта. Эксцентриситет е-расстояние центра сечения винта от его оси – для насосов 1В20/10 и 1В20/5 составляет 6мм, шаг винта – 80мм, для насоса 1В6/5 – составляет 5 и72мм.

Обойма состоит из стальной обрезиненной изнутри трубы диаметром 105мм у насосов 1В20/10 и 1В20/5 и диаметром 847мм у насоса 1В6/5. Для лучшего соединения резины с металлом внутренняя поверхность трубы имеет винтовую нарезку и латунное

покрытие. Внутренняя резиновая поверхность имеет двухзаходный винтовой профиль с шагом, в два раза больше шага винта.

Поперечные сечения полости обоймы одинаковы вдоль оси, но повернуты относительно друг друга и образованы двумя полуокружностями и двумя касательными к ним. Диаметр полуокружности (ширина полости) на 0,4-0,7мм меньше диаметра винта, что обеспечивает необходимое уплотнение рабочих органов и минимум объемных потерь.

Уплотнение стыков обоймы со всасывающим 3 (см. рис. 22.) и опорным 8 корпусами осуществляется прокладками из картона. Обойма зажата между корпусами с помощью стяжных шпилек.

Основные детали опорной части: опорный корпус и приводной вал 14. Чугунный опорный корпус закреплен на раме. Его передняя часть выполнена в виде нагнетательного корпуса с сальниковой коробкой и фланцем нагнетания, а задняя является камерой подшипников приводного вала.

В сальниковой коробке установлена плетеная хлопчатобумажная набивка, которая поджимается грундбуксой и смазывается солидолом с помощью колпачковой масленки. Стальное кольцо 12 с отверстием служит резервуаром для смазки сальника. Для предохранения от преждевременного износа поверхности вала под сальником установлена стальная защитная втулка 13. Затяжка сальника не должна быть чрезмерно во избежание сгорания сальниковой набивки и преждевременного износа защитной втулки. Нормальное количество просачивающейся через сальник воды – 0,5 л/ч.

Крутящий момент от электродвигателя передается приводному валу через упругую втулочно-пальцевую муфту. Ведомая полумуфта 20 посажена на приводном валу на шпонке и закреплена гайкой со стопорной шайбой. Приводной вал передает вращение от двигателя карданному валу 5.

Передней опорой 16 приводного вала в насосах 1В20/10 и 1В20/5 служит радиально упорный подшипник № 46310, в насосах 1В6/5 – подшипник такого же типа № 46308. Задняя опора 17 вала – радиальный однорядный подшипник № 409 в

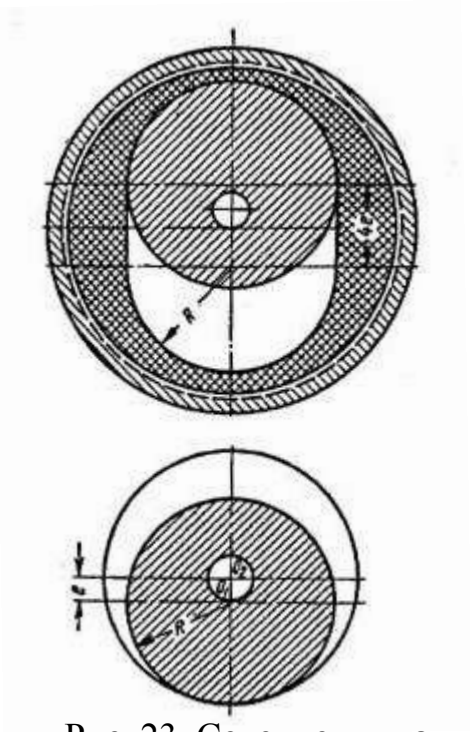


Рис. 23. Сечение винта и обоймы винтового насоса.

насосах 1В20/10 и 1В20/5 и подшипник № 308 в насосе 1В6/5. Камера подшипников герметизирована войлочным уплотнениями, установленными в стальных втулке 15 и крышке 18. Крышка имеет на ступице семь зубьев, в которые входят три шарика, размещенные в наклонных отверстиях ведомой полумуфты. При вращении вала по часовой стрелке ведомая полумуфта увлекает шарики, которые центробежной силой отбрасываются от поверхности зубьев и не препятствуют вращению приводного вала. При вращении вала против часовой стрелки шарики упираются в радиальные стенки зубьев стальной крышки и стопорят вал. Выпадение шариков из наклонных отверстий предупреждается предохранительным кольцом 19, закрепленным на ведомой полумуфте.

Карданный вал размещен внутри полого рабочего винта. Ведущая муфта 11 соединяет приводной вал с карданным, а ведомая 4 – карданный вал с рабочим винтом. Карданный вал имеет шары по концам. Ведущая и ведомая муфты закреплены на рабочем винте и приводном валу и имеют расточки, в которых установлены сферические вкладыши 10. Пальцы 2, соединяющие шары карданного вала и муфты, вместе с втулками муфт составляют шарнир карданного вала. Втулки и пальцы шарнира предохраняются от выпадения кольца, закрепленными на муфтах. Шарнирное соединение рабочего винта с карданным валом закрыто крышкой, предохраняющей его от попадания механических примесей перекачиваемой воды. Для герметизации шарнирного соединения карданного и приводного валов используется резиновый сильфон 9, закрепленный одной стороной на рабочем винте, другой – на ведущей муфте.

Винтовые насосы имеют жесткую характеристику; их подача мало меняется с изменением напора. При увеличении напора подача лишь незначительно уменьшается из-за увеличения объемных потерь. Поэтому для регулирования подачи применяется перепускное устройство, которое состоит из трубок и проходного крана, соединяющих всасывающий и опорный корпус.

При открытии крана часть перекачиваемой воды возвращается из полости нагнетания во всасывающий корпус, тем самым уменьшается подача насоса. Кроме того, при открытии крана на время пуска обеспечиваются постоянная циркуляция перекачиваемой воды внутри насоса и самовсасывание. После пуска кран перекрывается, чтобы избежать излишних потерь.

При перекачивании шлама или воды с большим содержанием взвешенных частиц необходимо по окончании работы промыть насос

чистой водой, так как осевший шлам может вызвать поломку при включении. Для очистки насоса от шлама в нижней части всасывающего корпуса имеет отверстие, закрываемое пробкой.

Винтовые насосы обладают рядом преимуществ, благодаря которым они нашли широкое применение в шахтном водоотливе.

Небольшая масса и габариты насосных агрегатов, а также наличие жесткой рамы, выполненной в виде салазок, облегчают их транспортировку по горным выработкам. Насосы не требуют установки на фундаменте и могут работать на неровной почве и в наклонном положении. Благодаря способности самовсасывания облегчается автоматизация насосных установок.

Рабочие органы насосов хорошо противостоят абразивному воздействию загрязненной воды. Простая конструкция и малое число составляющих деталей способствуют надежной работе насоса. Их обслуживание не требует квалифицированного персонала и систематического ухода.

Винтовые насосы серийно выпускаются заводом им. Гаджиев (г. Махачкала).

Вопросы для самопроверки

1. Каково назначение подвода и отвода?
2. Каково назначение уплотнения со стороны переднего и заднего дисков рабочего колеса?
3. Что произойдет, если засорится гидрозатвор?
4. Почему происходит повышенный износ съемных колец на разгрузочном диске?
5. Как осуществляется разгрузка осевого усилия в насосах типа К, Д и ЦНС? Покажите на насосе эти устройства.
6. Каково назначение сальниковой набивки?
7. Как маркируются центробежные насосы?
8. Перечислите и покажите на насосе все виды уплотнений, применяемых в центробежных насосах.
9. Из чего изготовлена и чем пропитана сальниковая набивка?
10. Зачем необходимо просачивание жидкости через сальниковую набивку?
11. Каково назначение отверстий в заднем диске рабочего колеса насоса типа К?
12. Какова причина возникновения осевого усилия в центробежных насосах?

13. Каково назначение направляющего аппарата в насосе типа ЦНС?

14. Перечислите основные элементы рабочего колеса.

15. Покажите движение жидкости по проточной части насосов.

16. Что достигается установлением рабочего колеса двухстороннего всасывания в насосах типа Д?

17. Назовите типы направляющих аппаратов в насосе типа ЦНС.

18. Перечислите детали, посаженные на вал насоса.

19. Из чего состоит статор насоса?

20. Каково назначение гидрозатвора? Покажите его на насосе.

21. Как проверяется правильность установки ротора насоса?

22. Как крепятся рабочие колеса на вал?

23. Перечислите состав отвода и покажите его составные элементы на насосе.

24. Каково назначение верхнего и нижнего отверстий на корпусе насоса типа К, покажите их.

25. Каким образом осуществляется смазка подшипников насоса типа К?

Станок-качалка

Станок-качалка — один из элементов эксплуатации нефтедобывающих скважин штанговым насосом. Операторы по добыче нефти и газа определяют это оборудование как: «Индивидуальный балансирный механический привод штангового насоса».

Станок-качалка является важным видом нефтегазового оборудования и используется для механического привода к нефтяным скважинным штанговым (плунжерным) насосам. Конструкция станка-качалки представляет собой балансирный привод штанговых насосов, состоящий из редуктора и сдвоенного четырехзвенного шарнирного механизма.

В России изготавливаются станки-качалки 13 типоразмеров по ГОСТ 5688-76. Изготовителями станков-качалок в России является ЗАО «ЭЛКАМ-Нефтемаш» (г. Пермь), АО «Ижнефтемаш» (г. Ижевск), ОАО «Уралтрансмаш» (г. Екатеринбург), ЗАО «Нефтепром-Сервис» (г. Ижевск), ОАО «Редуктор» (г. Ижевск). ОАО Альметьевский насосный завод / АЛНАС

Изготовители за рубежом: «Вулкан» (г. Бухарест, Румыния), «Lufkin» (США), Ирон-МЭН (Китай).

Конструкция:

Станок-качалка устанавливается на специально подготовленном фундаменте (обычно бетонном), на котором устанавливаются: платформа, стойка и станция управления. После первичного монтажа на стойку помещается балансир, который уравновешивает т. н. головкой балансира. К ней же крепится канатная подвеска (последняя соединяет балансир с полированным сальниковым штоком).

На платформу устанавливается редуктор и электродвигатель. Иногда электродвигатель расположен под платформой. Последний вариант имеет повышенную опасность, поэтому встречается редко. Электродвигатель соединяется с маслонаполненным понижающим редуктором через клиноременную передачу. Редуктор же, в свою очередь, соединяется с балансиром через кривошипно-шатунный механизм. Этот механизм преобразует вращательное движение вала редуктора в возвратно-поступательное движение балансира.

Станция управления представляет собой коробочный блок, в котором расположена электрика. Вблизи станции управления (или прямо на ней) выведен ручной тормоз станка-качалки. На самой станции управления расположен ключ (для замыкания электросети) и амперметр. Последний — очень важный элемент, особенно в работе оператора ДНГ (дистанционный нагнетательный газолифт). Нулевая отметка у амперметра поставлена в середину шкалы, а стрелка-указатель движется то в отрицательную, то в положительную область. Именно по отклонению влево - вправо оператор определяет нагрузку на станок - отклонения в обе стороны должны быть примерно равные. Если же условие равенства не выполняется,

значит, станок работает вхолостую.

Характеристики:

Характеристики различных видов станков-качалок представлены в таблице:

Станок-качалка	Число ходов балансира в мин.	Масса, кг	Редуктор
СКДЗ-1,5-710	5.15	3270	Ц2НШ-315
СКД4-2,1-1400	5.15	6230	Ц2НШ-355
СКД6-2,5-2800	5.14	7620	Ц2НШ-450
СКД8-3,0-4000	5.14	11600	НШ-700Б
СКД10-3,5-5600	5,12	12170	Ц2НШ-560
СКД 12-3,0-5600	5,12	12065	Ц2НШ-560

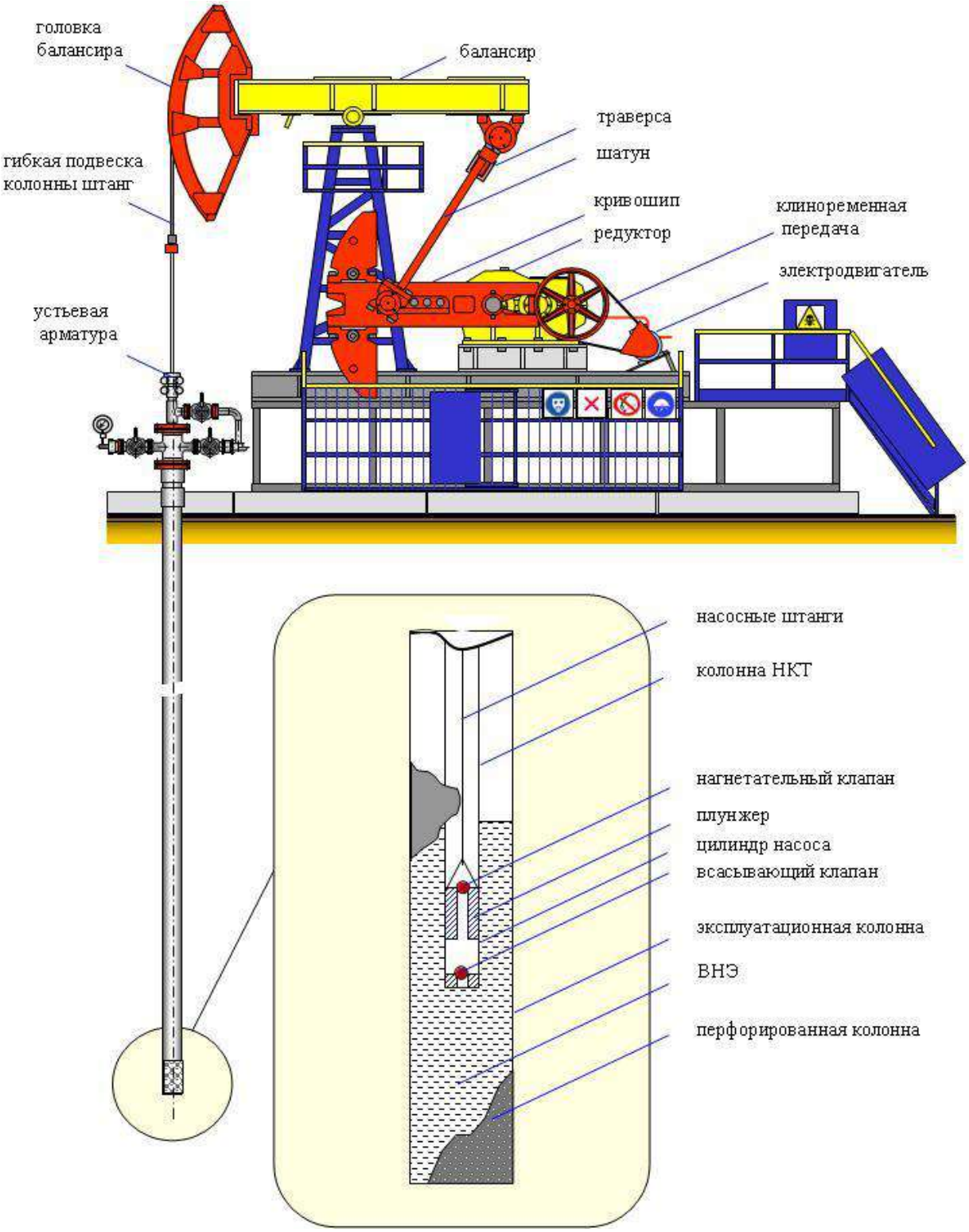


Рис. Конструкции станка насоса-качалки

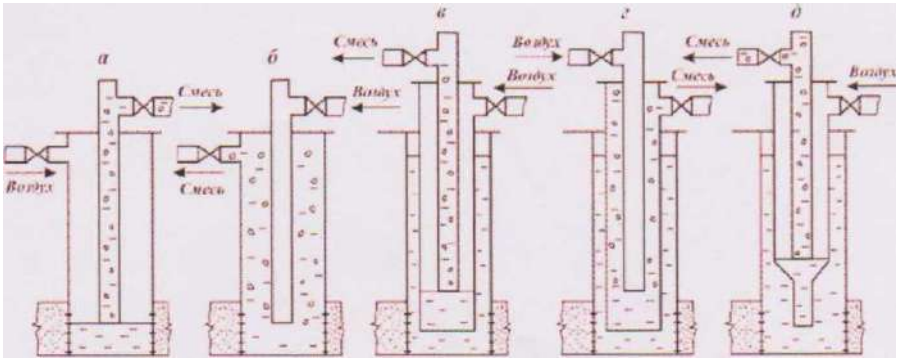


Рис. Схемы газлифта

вводят дополнительную энергию извне (с поверхности). Одним из таких способов, при котором вводят энергию в виде сжатого газа, является газлифт.

Газлифт (эрлифт) — система, состоящая из эксплуатационной (обсадной) колонны труб и опущенных в нее НКТ (насосно-компрессорные труба или напорная труба), в которой подъем жидкости осуществляется с помощью сжатого газа (воздуха). Иногда эту систему называют газовый (воздушный) подъемник. Способ эксплуатации скважин при этом называется газлифтным.

По схеме подачи от вида источника рабочего агента - газа (воздуха) различают компрессорный и безкомпрессорный газлифт, а по схеме действия — непрерывный и периодический газлифт.

В затрубное пространство нагнетают газ высокого давления, в результате чего уровень жидкости в нем будет понижаться, а в НКТ - повышаться. Когда уровень жидкости понизится до нижнего конца НКТ, сжатый газ начнет поступать в НКТ и перемешиваться с жидкостью. В результате плотность такой газожидкостной смеси становится ниже плотности жидкости, поступающей из пласта, а уровень в НКТ будет повышаться. Чем больше будет введено газа, тем меньше будет плотность смеси и тем на большую высоту она поднимется. При непрерывной подаче газа в скважину жидкость (смесь) поднимается до устья и изливается на поверхность, а из пласта постоянно поступает в скважину новая порция жидкости.

Дебит газлифтной скважины зависит от количества и давления нагнетаемого газа, глубины погружения НКТ в жидкость, их диаметра, вязкости жидкости и т.п.

Конструкции газлифтных подъемников определяются в зависимости от числа рядов насосно-компрессорных труб, спускаемых в скважину, и направления движения сжатого газа. По числу спускаемых рядов труб подъемники бывают одно- и

двухрядными, а по направлению нагнетания газа — кольцевыми и центральными (см. рис. 13.2).

При однорядном подъемнике в скважину спускают один ряд НКТ. Сжатый газ нагнетается в кольцевое пространство между обсадной колонной и насосно-компрессорными трубами, а газожидкостная смесь поднимается по НКТ, или газ нагнетается по насосно-компрессорным трубам, а газожидкостная смесь поднимается по кольцевому пространству. В первом случае имеем однорядный подъемник кольцевой системы (см. рис. 13.2,а), а во втором — однорядный подъемник центральной системы (см. рис. 13.2,6).

При двухрядном подъемнике в скважину спускают два ряда концентрически расположенных труб. Если сжатый газ направляется в кольцевое пространство между двумя колоннами НКТ, а газожидкостная смесь поднимается по внутренним подъемным трубам, то такой подъемник называется двухрядным кольцевой системы (см. рис. 13.2,в). Наружный ряд насосно-компрессорных труб обычно спускают до фильтра скважины.

При двухрядном ступенчатом подъемнике кольцевой системы в скважину спускают два ряда насосно-компрессорных труб, один из которых (наружный ряд) ступенчатый; в верхней части — трубы большего диаметра, а в нижней — меньшего диаметра. Сжатый газ нагнетают в кольцевое пространство между внутренним и наружным рядами НКТ, а газожидкостная смесь поднимается по внутреннему ряду.

Если сжатый газ подается по внутренним НКТ, а газожидкостная смесь поднимается по кольцевому пространству между двумя рядами насосно - компрессорных труб, то такой подъемник называется двухрядным

центральной системы (см. рис. 13.2,г).

Недостатком кольцевой системы является возможность абразивного износа соединительных труб колонн при наличии в продукции скважины механических примесей (песок). Кроме того, возможны отложения парафина и солей в затрубном пространстве, борьба с которыми в нем затруднительна.

Преимущество двухрядного подъемника перед однорядным в том, что его работа происходит более плавно и с более интенсивным выносом песка из скважины. Недостатком двухрядного подъемника является необходимость спуска двух рядов труб, что увеличивает металлоемкость процесса добычи. Поэтому в практике

нефтедобывающих предприятий более широко распространен третий вариант кольцевой системы — полуторарядный подъемник (см. рис. 13.2,д), который имеет преимущества двухрядного при меньшей его стоимости.

Использование газлифтного способа эксплуатации скважин в общем виде определяется его преимуществами.

Возможность отбора больших объемов жидкости практически при всех диаметрах эксплуатационных колонн и форсированного отбора сильнообводненных скважин.

Эксплуатация скважин с большим газовым фактором, т.е. использование энергии пластового газа.

Малое влияние профиля ствола скважины на эффективность работы газлифта, что особенно важно для наклонно-направленных скважин, т.е. для условий морских месторождений и районов освоения Севера и Сибири.

Отсутствие влияния высоких давлений и температуры продукции скважин, а также наличия в ней мехпримесей (песка) на работу скважин.

Гибкость и сравнительная простота регулирования режима работы скважин по дебиту.

Простота обслуживания и ремонта газлифтных скважин и большой межремонтный период их работы при использовании современного оборудования.

Возможность применения одновременной раздельной эксплуатации, эффективной борьбы с коррозией, отложениями солей и парафина, а также простота исследования скважин.

Указанным преимуществам могут быть противопоставлены недостатки

Большим недостатком установок глубинных штанговых насосов является наличие переменных упругих деформаций длинной колонны штанг, большая металлоемкость, необходимость строительства свайного поля и установки станка-качалки, быстрый износ оборудования и выход из строя насосной установки. Результатом является значительное снижение коэффициента подачи глубинного насоса, так как в пластовой жидкости всегда содержится газ. Повышение коэффициента подачи здесь возможно только за счет увеличения длины хода поршня, так как при этом уменьшается относительная величина вредного пространства по отношению к объему, описываемому поршнем. Основным их недостатком является

наличие механической связи между станком-качалкой и насосом в виде длинной колонны штанг, которая, не обладая достаточной прочностью и ограничивая передаваемую насосу мощность, снижает надежность и межремонтный срок работы установки и скважины. А основными причинами отказов ШСНУ, как правило, являются протёртости штанг и труб, утечки в клапанах, не герметичность плунжера, соле- и парафиноотложения, коррозия металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки: Учеб. для вузов.-М.: Недра, 1987.-270 с.
2. Бондаренко А.Д., Дулин В.С. Шахтные вентиляторы: Серия плакатов.-М.: Недра, 1982.-11 листов.
3. Горохов Ю.Д., Раскин И.А., Иванов С.К. Новые конструкции вентиляторов местного проветривания и опыт их эксплуатации.-М.: ЦНИИЭИуголь, 1963.-54 с.
4. Картавый Н.Г. Стационарные машины: Учеб. для вузов.-М.: Недра,1981.-327 с.
5. Методические указания к серии плакатов ″Шахтные вентиляторы″ /Дулин В.С., Бондаренко А.Д..-М.: УМК по горному образованию Минуглепрома СССР, 1982.-55 с.
6. Методические указания по проектированию шахтных вентиляторных установок главного проветривания /Дулин В.С..-Донецк: ДПИ, 1986.-56 с.
7. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах.-М.: Недра, 1986.-447 с.
8. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания: Справочник /Бабак Г.А., Бочаров К.П., Волохов А.Т. и др.-М.: Недра, 1982.-296 с.
9. Методические указания к выполнению лабораторных работ по конструкциям насосов и вентиляторов (для студентов горных специальностей) /Сост. В.С.Дулин, Л.Н.Козыряцкий, В.Б.Малеев, А.Ф.Яценко.-Донецк: ДПИ, 1988.-56 с.
10. Касьянов В. М., Жукова Т. И. Насосы и компрессоры: Методическое пособие для студентов-заочников. МИНХ и ГП, 1968, 44 с.
11. Ивановский В. Н., Дарищев В. И., Каштанов В. С. Сабиров А. А., Пекин С. С. Оборудование для добычи нефти и газа. Часть 1. Учебное пособие. Нефть и газ, 2002.
12. Ивановский В. Н., Сабиров А. А., Пекин С. С. Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти. М. Нефть и газ, 2003.
13. Вайншток С. М., Молчанов А. Г. Подземный ремонт и бурение скважин с применением гибких труб. Справочное пособие. Нефть и газ, 2003.
14. Стеклов О. А., Протасов В. Н. Физико-химическая механика металлов и конструкций. Конспект лекций. МИНГ, 1900, 96 с.

Авторы: **Потапов В. Я.,**
Белов С. В.,
Макаров Н. В.,
Горшкова Э. М.

КОНСТРУКЦИИ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ: Учебное пособие по выполнению лабораторных и практических работ для студентов специальностей 21.04.05 Горное дело, 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Корректура кафедры горной механики
Подписано к печати
Бумага офсетная. Формат бумаги 60x84 1/16 Гарнитура Times New Roman/
Печ.л. 5,375 Тираж 100 экз. Заказ

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30
Уральский государственнй горный университет
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



А. В. Долганов

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ

Рекомендовано УМО РАЕ
по классическому университетскому
и техническому образованию
в качестве учебника для студентов
высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
21.05.04 «Горное дело»

Москва
2017

УДК 622.005.5 – 182.2
Д64

Рецензенты:

Суслов Н.М. – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой горных машин и комплексов ФГБОУ ВО «УГГУ»,

Морозов Ю.П. – доктор технических наук, профессор, директор ООО Таилс «КО»

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральского государственного горного университета

Долганов А.В.

Д64 **Стационарные машины**: учебник / А.В. Долганов. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 281 с.
ISBN 978-5-91327-430-4

В учебнике изложены основные положения по стационарным машинам и установкам, эксплуатирующимся на горных предприятиях открытой и подземной добычи полезных ископаемых.

В учебнике представлены методики эксплуатационных расчетов водоотливных, вентиляторных, пневматических и подъемных установок горных производств.

Учебник по дисциплинам «Стационарные машины», «Горные машины и оборудование», «Грузоподъемные машины и механизмы» предназначен для студентов по направлению подготовки 21.05.04 – «Горное дело» всех форм обучения.

Рис. 100. Табл. 6. Библ. наим. 25.

© Долганов А.В., 2017
© Уральский государственный горный университет, 2017
© ИД «Академия Естествознания»
© АНО «Академия Естествознания»

ISBN 978-5-91327-430-4

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Стационарные машины» предусматривает изучение фундаментальных основ по теории и практике проектирования, эксплуатации и ремонта стационарных установок и машин, так как эффективность работы горных предприятий во многом зависит от их правильного выбора и эксплуатации.

Цели преподавания дисциплины «Стационарные машины»:

- формирование у студентов знаний по теории, конструкции, эксплуатации и проектированию стационарных машин и установок;
- усвоение комплекса подъемных, вентиляторных, водоотливных, пневматических установок и установок для охлаждения воздуха, применяемых на шахтах и рудниках горнодобывающей промышленности;
- обретение навыков современного состояния стационарных машин и установок России и других стран, основных тенденций развития данного вопроса и умение на основании этих знаний принимать решения по повышению эффективности работы горных предприятий.

В результате изучения дисциплины студент должен:

ЗНАТЬ:

- типаж, конструктивные схемы и основные характеристики стационарных машин;
- принципы действия и работы стационарных машин и установок;
- инженерные методики выбора, проверки и режимов нагружения стационарных машин.

УМЕТЬ:

- производить расчеты по выбору стационарных машин и электрооборудования;
- определять оптимальный режим работы стационарных машин;
- по индивидуальным характеристикам турбомашин уметь рассчитать и построить характеристику внешней сети.

ПОЛУЧИТЬ НАВЫКИ:

- использования полученных знаний в практической деятельности;
- самостоятельно приобретать, усваивать и применять полученные знания.

Грандиозные задачи, стоящие перед отечественной горной промышленностью, предусматривают прирост добычи твердых полезных ископаемых (угля, руд черных и цветных металлов и т. д.) путем повышения производительности труда за счет комплексной механизации и автоматизации всех процессов труда и интенсификации производства на основе всемерного использования достижений научно-технического прогресса. В увеличении производственных мощностей и повышении технико-экономических показателей горных производств важную роль играют стационарные машины и установки: водоотливные, вентиляторные, пневматические и подъемные.

На современных горных производствах эти машины и установки являются наиболее многочисленными, энергоемкими и металлоемкими.

Неисправная работа установок приводит к нарушению работы горного предприятия и существенно влияет на безопасность и условия труда обслуживающего персонала и горняков.

Программа дисциплины «Стационарные машины» предусматривает изучение фундаментальных основ теории и практики проектирования, эксплуатации и ремонта стационарных установок и машин, так как эффективность работы горных предприятий во многом зависит от их правильного выбора и эксплуатации.

В настоящее время появилась потребность в технической литературе, освещающей вопросы принципа работы, устройства, эксплуатационных расчетов стационарных установок шахт, карьеров и обогатительных фабрик. Наибольшие трудности в данном вопросе испытывают специалисты и обслуживающий эти машины персонал, а также студенты и учащиеся горных вузов и колледжей, так как нехватка литературы не позволяет получать базовые знания на нужном уровне и качественно выполнять курсовые и выпускные квалификационные работы.

В данном учебнике представлены общая теория турбомашин, совместная работа их на внешнюю сеть, эксплуатационный расчет карьерной и шахтной водоотливных установок, вентиляторные установки главного и местного проветривания, методика расчета и выбора вентилятора главного проветривания, пневматические установки шахт, мето-

дика расчета пневмоснабжения шахты, шахтный подъем и методики эксплуатационного расчета подъема.

В итоге студент должен знать принципы действия и работы стационарных машин и установок; уметь производить расчеты по выбору стационарных машин и электрооборудования, а также определять рациональный режим их работы.

При работе над учебником автором использованы материалы учебников, методических указаний, а также опыт передовых предприятий и опубликованные научные исследования авторов, которые приведены в библиографическом списке.

ЧАСТЬ 1
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СТАЦИОНАРНЫМ МАШИНАМ

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН

Для обеспечения роста добычи полезных ископаемых важнейшими задачами являются улучшение условий труда горнорабочих, дальнейшая комплексная механизация и автоматизация процессов, рост производительности труда и снижение себестоимости единицы продукции. Решающее значение в увеличении производственной мощности и повышении технико-экономических показателей горных предприятий оказывают стационарные машины и установки. На современных горных предприятиях эти машины и установки являются наиболее многочисленными, энергоемкими и металлоемкими.

На современном горно-обогатительном комбинате, в состав которого входят – подземные рудники, шахты, карьеры, обогатительные фабрики и т. д., – потребление электроэнергии насосными, вентиляторными, компрессорными и подъемными установками достигает 75 – 80 % и более от всей энергии, потребляемой предприятием [1]. Большая энергоемкость стационарных машин предъявляет высокие требования, к их правильной эксплуатации и работе в оптимальном режиме, с одной стороны, а с другой стороны – к экономичности этих машин.

1.1. Общие сведения о стационарных машинах и краткая история их развития

Вентиляторная установка необходима для подачи воздуха в шахту. Различают главную установку, предназначенную для вентиляции всех выработок шахты, и установку частичного (местного) проветривания для вентиляции глухих забоев.

Главная вентиляторная установка ***1*** (рис. 1.1) соединяется каналом ***2*** с вентиляционным стволом ***3*** шахты, закрытым сверху клапаном ***4***.

При работе вентилятора создается разрежение, благодаря чему воздух под атмосферным давлением поступает в главный ствол ***5*** шахты, омывает, как показано стрелками, выработки и выбрасывается в атмосферу через вентиляционный ствол *3* и вентилятор ***1***. В рассмотренном случае вентилятор высасывает воздух из шахты; вентиляцию можно осуществлять и нагнетанием воздуха в шахту с помощью вентилятора.

Масса воздуха, транспортируемого в шахту вентиляторами, в 4 – 6, а иногда в 14 раз больше массы добываемого полезного ископаемого (угля, руды и т.д.).

Вентиляторная установка для глухих забоев (см. рис. 1.1) состоит из вентилятора ***6***, нагнетающего по трубопроводу *7* воздух в забой ***8***.

Развитие вентиляторных установок характеризуется следующими этапами: поршневые вентиляторы – центробежные вентиляторы с паровыми двигателями; – центробежные вентиляторы с асинхронными двигателями – осевые, турбоосевые и новые центробежные вентиляторы с синхронными двигателями.

Насосная установка необходима для откачки воды из шахты на поверхность. Различают участковую установку для откачки воды от участка или группы участков до уровня околоствольного двора шахты и главную установку для выдачи воды с уровня околоствольного двора на поверхность.

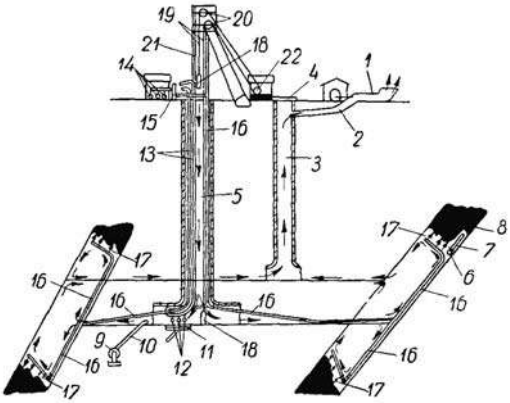


Рис. 1.1. Схемы шахтной, вентиляторной, насосной, пневматической и подъемной установок

Насос ***9*** участковой установки (см. рис. 1.1) транспортирует воду по трубопроводу ***10***, проложенному по уклону шахты, на уровень околоствольного двора. Далее по канавкам вода поступает в водосборник ***11*** главной установки, откуда одним из насосов ***12*** транспортируется по трубопроводу ***13*** на поверхность. В глубоких шахтах воду иногда откачивают с нижнего горизонта на промежуточный, а затем уже на поверхность, причем насосы устанавливают как на одном, так и на другом горизонте шахты. Масса транспортируемой из шахты насосами воды в 2 – 7, а иногда и до 40 раз более массы добываемого угля.

Развитие насосных установок проходило следующие этапы: поршневые насосы, помещенные под землей, с приводом через штангу, расположенную в стволе, от паровых машин, установленных на поверхности; поршневые насосы с расположенными под землей паровыми машинами – центробежные насосы с быстроходными электродвигателями.

Насосные установки применяются в горном деле для водоотлива из шахт, уклонов, карьеров, дренажных выработок, скважин, для водоснабжения обогатительных фабрик и при гидромеханизации на рудниках и угольных разрезах, а также для вспомогательных целей. Особенно важно значение насосов для подземных разработок, так как неисправная работа может вызвать затопление шахты, подземного рудника.

Пневматическая установка необходима для получения сжатого воздуха, используемого для работы перфораторов, отбойных и бурильных молотков, пневматических двигателей лебедок, участковых насосов и т. д.

Сжатый воздух имеет существенное преимущество в шахтных условиях – взрывобезопасность, но пневматическая энергия, по сравнению с электрической, во много раз дороже и ее труднее передавать на расстояние.

Пневматическая установка (см. рис. 1.1) состоит из компрессоров ***14***, вырабатывающих сжатый воздух, воздухосборника 15, воздухопровода 16, по которому транспортируется сжатый воздух, и потребителей сжатого воздуха ***17***.

Развитие основного элемента пневматической установки – компрессоров – шло по пути использования поршневых, ротационных и центробежных машин, но наибольшее применение в шахтных условиях нашли поршневые компрессоры с синхронными двигателями, а при большом потреблении сжатого воздуха – турбокомпрессоры.

Подъемная установка (см. рис. 1.1) необходима для транспорта по стволу шахты горной массы, людей, грузов и состоит из: подъемных сосудов ***18***, в которых помещается груз, подъемных канатов ***19***, направляющих шкивов ***20***, копра ***21***, подъемной машины ***22***.

Развитие подъемной установки проходило от бадьи до скипов, от пенькового до металлического канатов, от примитивных деревянных барабанов до бицилиндроконических барабанов и барабанов многоканатного подъема, от мускульного привода до электрического, от ручного управления до автоматического. Паровая машина вскоре после своего появления нашла широкое применение для подъемных установок. Электрический двигатель для шахтного подъема начал применяться в конце XIX века. Благодаря преимуществам электрического подъемного двигателя перед паровым (большая безопасность в работе, легкость и точность управления, экономичность), он сейчас получил исключительное распространение.

Таким образом, надежность работы – главнейшее требование, предъявляемое к насосам, вентиляторам, компрессорам и подъемным установкам, однако, при этом надо стремиться к наиболее рациональной работе с наименьшим расходом энергии и при наивысшем к.п.д. [2].

Простейшие типы насосов (поршневых) были известны и применялись еще во времена Аристотеля (IV век до н. э.). Водоподъемные машины, приводившиеся в действие силой людей и животных, применялись в Египте за несколько тысячелетий до н. э.

Машины для перемещения воздуха и газов появились значительно позднее. Изобретение воздушного поршневого насоса связано с именем германского физика Отто Герике (1640 г.).

Изобретателем центробежного насоса является, по-видимому, итальянец Джиованни Жордан, давший первый рисунок такого насоса; изготовление первого простейшего центробежного насоса приписывается Дени Папину (1703 г.).

Внедрение насосов в промышленность России было непосредственно связано с горно-рудным делом. Уже в XVIII веке К. Д. Фролов и другие мастера горного дела применяли установки с поршневыми насосами для водоотлива из шахт и промывания россыпей.

В России в 1631 г. построены первые водоподъемные машины.

По указу Петра I в 1718 г. построены водоподъемники для водоснабжения царского летнего сада, а 36 лет спустя Л. Эйлером была разработана струйная теория центробежных насосов.

В 1757 г. К. Д. Фроловым сооружается несколько насосных установок сначала на Урале, а затем на Алтае. Эти насосы были поршневыми, приводились в действие от водостолбовых или паровых машин (атмосферных).

Почти одновременно с К. Д. Фроловым в этой области работал русский изобретатель И. И. Ползунов, создатель первой паровой машины. Им построено несколько насосных установок на Змеиногорском и других рудниках. В работе М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел» (1763) находим описание водоотливных установок.

Основное уравнение центробежного колеса, сыгравшее большую роль в развитии турбомашин, было выведено в 1754 г. членом русской Академии наук Л. Эйлером.

В 1832 г. горный инженер А. А. Саблуков изобрел и применил на алтайском Чагирском медном и серебряном рудниках центробежный вентилятор, а в 1835 г. – центробежный насос. В XIX веке профессорами Петербургского горного института А. И. Узатисом, П. А. Олышевым, И. А. Тиме и другими разработаны основные положения горной механики как науки.

Особое значение имели работы Н. Е. Жуковского «Видоизменение метода Кирхгофа» и «Теория воздушных винтов», им определены и разработанные направления развития современной гидроаэромеханики.

Результатом работ академиков М. М. Федорова, А. П. Германа и других явились теоретические основы горной механики (вентиляторных, водоотливных, пневматических и подъемных установок).

На основе вихревой теории крыла проф. Н. Е. Жуковского советские ученые в ЦАГИ создали теорию осевых вентиляторов и рациональную их конструкцию.

В конструировании надежных центробежных насосов большую роль сыграли труды акад. Г. Ф. Проскуры, разработавшего вихревую теорию центробежных насосов, которая явилась дальнейшим развитием вихревой теории крыла Н. Е. Жуковского.

На основе теории пневматических установок, вклад в которую внес проф. А. С. Ильичев, в настоящее время созданы надежные конструкции поршневых и центробежных компрессоров.

В 1913 г. М. М. Федоров вывел основное динамическое уравнение подъемных систем и дал основу проектирования подъемных установок. В 1925-1930 гг. проведены исследования по нахождению эффективного режима работы подъемной машины, что дало возможность провести типизацию и стандартизацию подъемного оборудования. Позже важ-

ным становится вопрос об аппаратуре управления и защиты, об автоматизации управления подъемными машинами [3].

1.2. Классификация области применения и определение гидравлических и газовых машин

Из гидравлики известно, что жидкость перемещается всегда из областей с большей удельной энергией в область с меньшей удельной энергией, т. е. при наличии разности удельных энергий – давлений (напоров). Эта разность может возникнуть естественным путем, например, естественная тяга воздуха в шахте при разности его температур в подающем и вытяжном стволах; движение воды в руслах при уклоне дна и т. д. Однако для того, чтобы заставить жидкость перемещаться с преодолением высоты, противодавления и сопротивления движению ее потока, необходимо сообщить искусственное приращение удельной энергии. Последнее может быть осуществлено, если на пути движения жидкости будет установлена гидравлическая машина, рабочие органы которой, взаимодействуя с жидкостью, будут сообщать потоку жидкости энергию извне, равную сумме работ на подъем, на преодоление противодавления, сопротивления движению и на создание кинетической энергии. Таким генератором-источником энергии являются специальные гидравлические машины-нагнетатели [4].

Под жидкостью понимается текучее тело (среда), которое может быть в капельном и газообразном состояниях. Такое объединение обусловлено единством законов, которым подчиняется текучее тело.

Нагнетатели, применительно к горной промышленности, – это машины, прежде всего для транспортирования жидкости и воздуха. Машины для транспортирования текучего являются основной частью вентиляторных, водоотливных и пневматических установок. К этой группе машин относятся насосы, вентиляторы, воздуходувки, компрессоры, вакуум-насосы.

Насосами называют машины, предназначенные для перемещения жидкостей и сообщения им энергии.

Работающий насос превращает механическую энергию, подводимую от двигателя, в потенциальную, кинетическую и тепловую энергию потока жидкости.

Вентиляторами называют машины, перемещающие газовые среды при степени повышения давления до 1,15.

Компрессоры – машины с искусственным, обычно водяным, охлаждением, со степенью повышения давления газа более 1,15.

Машины, работающие со степенью повышения давления газа более 1,15, но без искусственного охлаждения, называют нагнетателями.

В противоположность насосам машины, превращающие гидравлическую энергию потока жидкости в механическую энергию, называют гидравлическими двигателями.

Используя величины подач и напоров выполненных конструкций насосов и нанося их в координатной системе $Q - H$, можно получить график областей применения различных типов насосов. Такой график для водяных насосов представлен в логарифмической координатной сетке на рис. 1.2.

Основными параметрами каждого насоса являются его подача и давление. Насосы принято подразделять на группы по величинам этих параметров. Каждому типу насосов соответствуют определенные области подач и давлений.

Так, например, насосы поршневые и роторные применяются при высоком давлении и относительно низкой подаче.

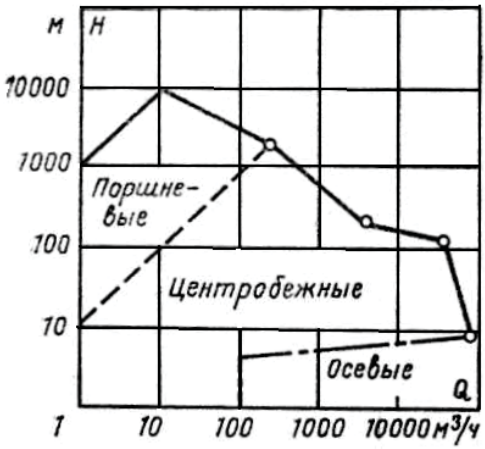


Рис. 1.2. График подач и напоров водяных насосов различных типов

На рис. 1.3 приведена классификация насосов по конструктивным признакам.

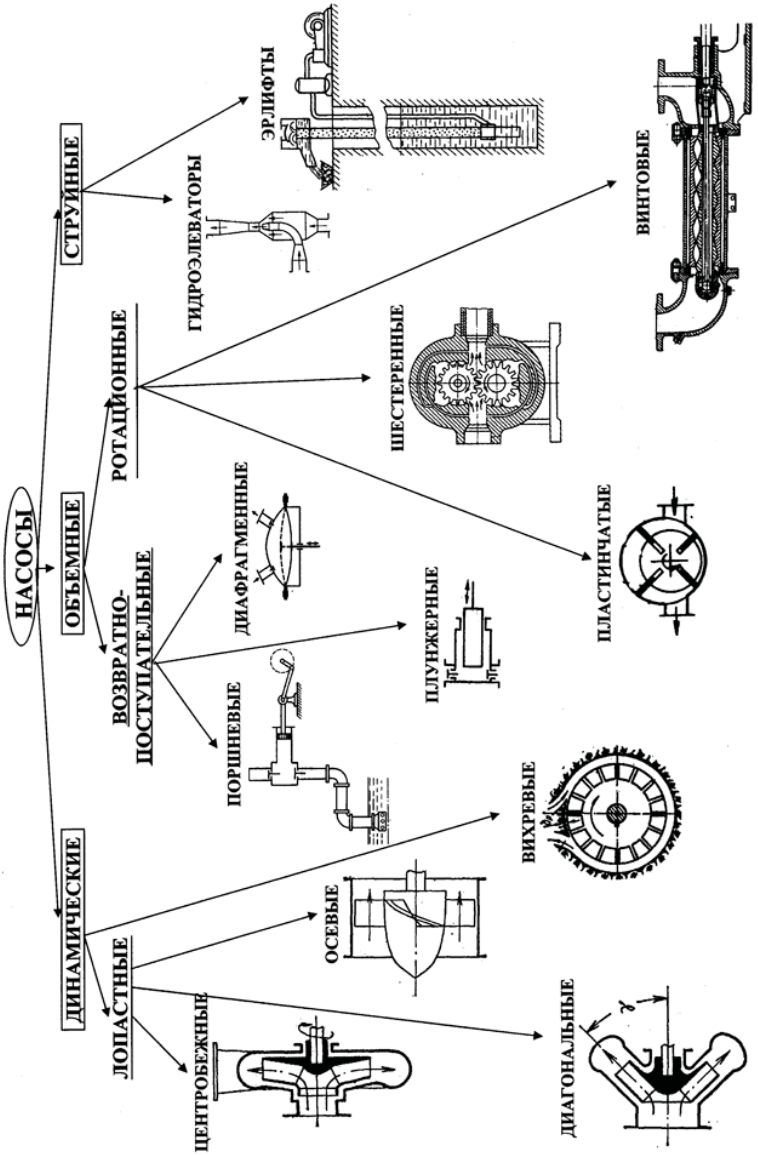


Рис. 1.3. Классификация насосов по конструктивным признакам

Это объясняется принципом действия таких насосов, позволяющих получать малую подачу даже при весьма высоком давлении. Этого нельзя сказать об осевых насосах, специально приспособленных для подачи больших количеств жидкостей при низких давлениях.

Лопастные насосы

Эти машины представлены в современной промышленности тремя основными группами – центробежными, осевыми и вихревыми насосами. Большое распространение их объясняется достаточно высоким к.п.д., компактностью и удобством комбинирования их с приводными электродвигателями [4].

Схема центробежного насоса представлена на рис. 1.4. Рабочее колесо насоса, несущее лопасти ***1***, заключено в корпус ***2*** спиральной формы.

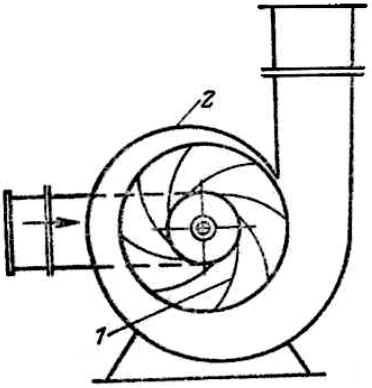


Рис. 1.4. Схема устройства центробежного насоса

При вращении колеса жидкость перемещается от центра под действием центробежной силы к периферии, выбрасывается в спиральную камеру и поступает вследствие разности давлений на входе в насос и на выходе их него в напорный трубопровод. Через приемное отверстие происходит всасывание жидкости.

На рис. 1.5 дана схема осевого насоса. Его лопасти ***1*** закреплены на втулке ***2*** под некоторым углом к плоскости, нормальной к оси. При вращении лопасти взаимодействуют с потоком жидкости, сообщая ей энергию и перемещая ее вдоль оси насоса.

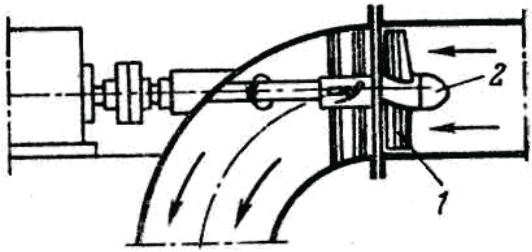


Рис. 1.5. Схема осевого насоса

Схема и способ действия вихревого насоса представлены на рис. 1.6. Жидкость поступает через патрубок ***1*** на периферию рабочего колеса с лопатками ***2*** и, получая от них энергию при движении по концентрическому каналу ***3***, отводится в напорный патрубок ***4***.

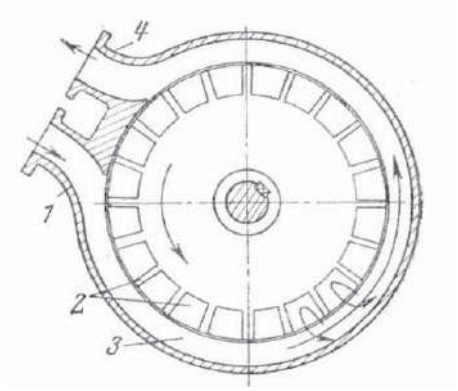


Рис. 1.6. Схема вихревого насоса

Характерными особенностями вихревого насоса являются подвод и отвод жидкости на периферии рабочего колеса.

Объемные насосы

Работа таких насосов основана на всасывании и вытеснении жидкости твердыми телами (поршнями, пластинами, зубцами), движущимися в рабочих полостях.

На рис. 1.7 показана схема поршневого насоса.

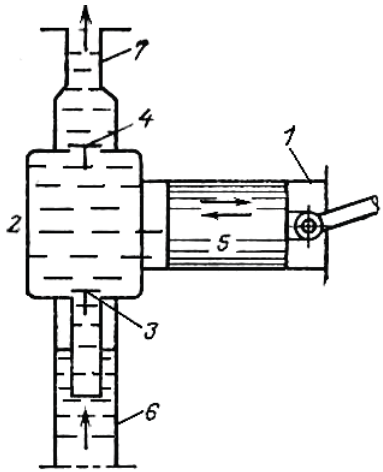


Рис. 1.7. Схема поршневого насоса

Цилиндр ***1*** сопряжен с клапанной коробкой ***2***, в гнездах которой расположены всасывающий и нагнетательный клапаны ***3*** и ***4***. Поршень ***5***, движущийся в цилиндре возвратно-поступательно, производит попеременно всасывание из трубы ***6*** и нагнетание в трубу ***7***.

Привод поршня осуществляется от двигателя через кривошипно-шатунный механизм или непосредственно. Скорость поршня таких насосов ограничена действием инерционных сил, поэтому соединение их с высокооборотными электродвигателями затруднено. Кроме того, поршневые насосы обладают неравномерностью подачи, обусловленной периодичностью движения поршней. Эти обстоятельства привели к появлению насосов вытеснения вращательного типа, называемых роторными. Типичным представителем этой группы насосов является пластинчатый насос (рис. 1.8). Массивный цилиндр ***1*** с радиальными прорезями постоянной ширины помещается эксцентрично в корпусе ***2***. Вал цилиндра ***1*** через сальник выводится из корпуса для соединения с валом двигателя. В прорези цилиндра ***1*** вставляются прямоугольные пластинки ***3***, отжимаемые от центра к периферии действием центробежной силы.

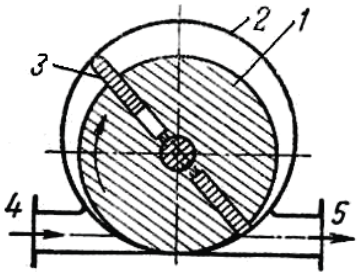


Рис. 1.8. Схема пластинчатого роторного насоса

При вращении цилиндра ***1*** пластинки ***3*** производят всасывание через приемный патрубок ***4*** и нагнетание через на-

порный патрубок ***5***. Насос является реверсивным: при изменении направления вращения его вала изменяется направление движения жидкости в трубопроводах, присоединенных к насосу. Вал такого насоса может соединяться непосредственно с валом электродвигателя [4].

Струйные насосы и пневматические подъемники для жидкостей

Широкое применение в промышленности имеют насосы струйного типа.

Принципиальная схема насоса струйного типа представлена на рис. 1.9. Поток рабочей жидкости проходит через сопло ***1***. Сечение сопла ***1*** по длине уменьшается, поэтому постепенно увеличивается скорость потока. Кинетическая энергия потока при этом возрастает, достигая наивысшего значения на выходе его из сопла ***1*** в камеру ***2***. Повышение кинетической энергии потока обусловливает понижение давления в камере ***2***, под влиянием разности атмосферного давления и давления в камере ***2*** жидкость поднимается от уровня ***3*** в камеру ***2***, где она захватывается струей рабочей жидкости, вытекающей с большой скоростью из сопла ***1***.

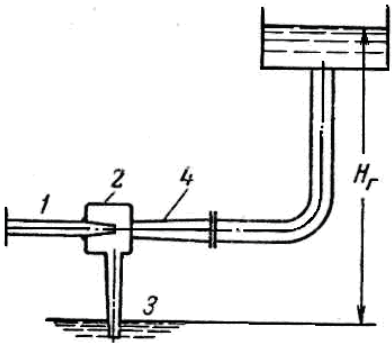


Рис. 1.9. Схема насоса струйного типа

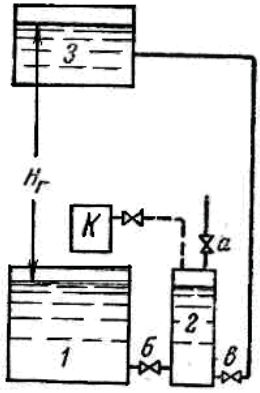


Рис. 1.10. Схема пневматического подъемника для жидкостей

Смесь рабочей и перемещаемой жидкостей поступает в расширяющийся патрубок ***4*** и далее по трубопроводу в бак на высоту $H_г$.

Коэффициент полезного действия струйных насосов низок, но простота конструкции и отсутствие движущихся частей привели к их ши-

рокому применению. Насосами такого типа можно перемещать жидкости и газы.

Для подъема и перемещения жидкостей применяют иногда пневматические подъемники, в которых используется сжатый воздух или технический газ.

Пневматическое устройство периодического действия для подъема жидкости показано на рис. 1.10.

Подъем жидкости из резервуара ***1*** в бак ***3*** на высоту $H_г$ осуществляется при помощи компрессора ***К*** и пневматического баллона ***2***.

При отключенном компрессоре и открытых кранах ***а*** и ***б*** пневматический баллон ***2*** заполняется жидкостью из резервуара ***1***. Закрыв краны ***а*** и ***б*** и включив компрессор ***К*** вытесняют жидкость через открытый кран ***в*** из баллона ***2*** в бак ***3***. Цикл подачи осуществляется периодически.

В промышленности применяется воздушный (газовый) подъемник для жидкостей – эрлифт или газлифт. Подъемники этого типа применяют, например, для подачи воды и нефти из буровых скважин. Схема такого подъемника дана на рис. 1.11.

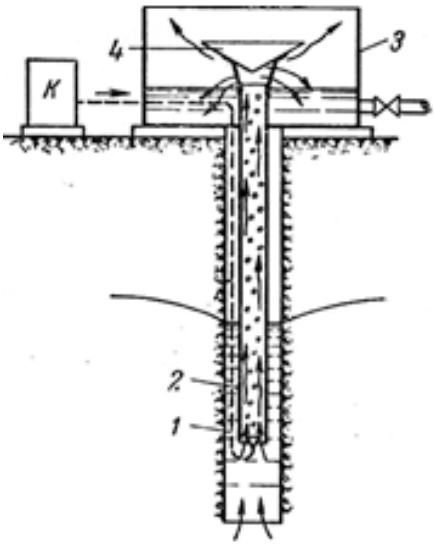


Рис. 1.11. Схема работы эрлифта

В обсадную трубу ***1*** опущена водоподъемная труба ***2***. Воздух из компрессора ***К*** по воздухопроводной трубке (показана пунктиром) поступает в самую нижнюю часть водоподъемной трубы. Пройдя через рассеивающий фильтр, воздух смешивается с водой, образуя в водоподъемной трубе водо-воздушную смесь. Удельный вес этой смеси меньше, чем удельный вес воды в кольцевом цилиндрическом пространстве между стенками обсадной и подъемной труб. По закону сообщающихся сосудов между столбами тяжелой жидкости в обсадной трубе и легкой смеси в подъемной трубе стремится установиться равновесие. Глубина погружения подъемной трубы под уровень жидкости может быть подобрана так, что высота столба смеси в подъемной трубе будет достигать верхнего конца этой трубы или несколько превышать его. Столб тяжелой, чистой воды в обсадной трубе будет выдавливать вверх столб смеси по подъемной трубе. При ударе об отбойный конус ***4*** смесь выделяет воздух, а вода, освобожденная от воздуха, собирается в резервуаре ***3*** [4].

2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ТУРБОМАШИН

Рабочий орган радиальной (центробежной) машины представляет собой круговую решетку, а у осевой машины – прямолинейную решетку, непрерывно обтекаемую текучим потоком.

С целью выяснения закономерности процесса их взаимодействия с потоком первоначально изучим его на отдельном изолированном крыле (лопасти), когда оно обтекается безвихревым плоско-параллельным потоком, удаленным на достаточно большом расстоянии от крыла.

При набегании потока на крыло, расположенное под некоторым углом α к направлению скорости текучего, происходит раздваивание потока и в первый момент движение за крылом имеет вид, показанный на рис. 2.1, *а*. Затем за ним образуется вихрь ***Б*** (рис. 2.1, *б*), отделяющийся от крыла [5].

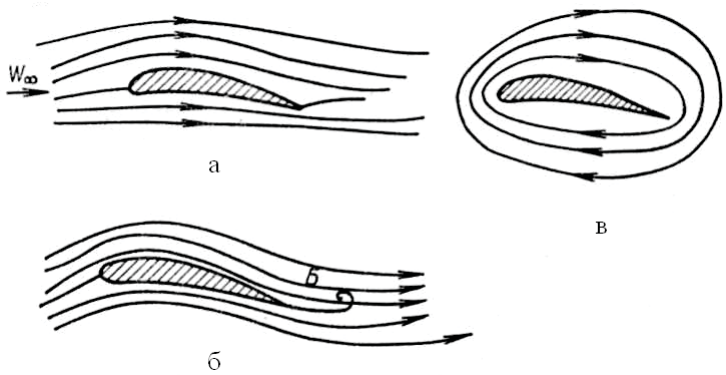


Рис. 2.1. Картина обтекания профиля потоком:
а – первый момент;
б – спустя некоторое время при образовании начального вихря;
в – циркуляционное движение

Вследствие вышеуказанного явления вокруг крыла возникает круговое движение (рис. 2.1, *в*), накладывающееся на основной поток. Поэтому на верхней стороне крыла происходит совпадение течений и скорость потока увеличивается, в то время как на нижней стороне направление течений оказывается встречным и суммарная скорость обтекания уменьшается. Благодаря этому давление потока с нижней стороны лопасти

оказывается больше, чем в верхней, и возникает подъемная сила крыла ΔP, направленная перпендикулярно скорости текучего W (рис. 2.2).

Вследствие вязкости потока текучее стекает по касательной к крылу и несколько отклоняет поток от первоначального направления, одновременно стремясь сдвинуть крыло вместе с потоком, что обусловливает появление силы сопротивления ΔQ.

Таким образом, на крыло постоянно и одновременно действует результирующее усилие ΔR (рис. 2.2), равное геометрической сумме сил ΔP и ΔQ [5].

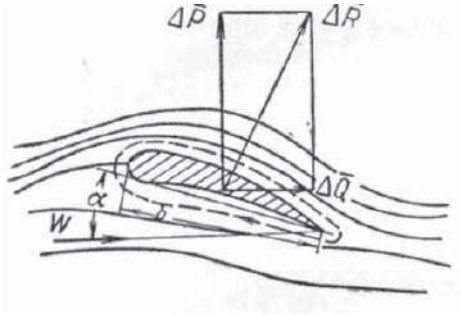


Рис. 2.2. Схема распределения усилий, действующих на крыло

Теоретическую величину подъемной силы крыла ΔP впервые определил проф. Н. Е. Жуковский:

$$\Delta P = \rho \cdot W \cdot \Delta l \cdot \Gamma, \qquad (2.1)$$

где ρ – плотность текучего, кг/м^3; W – скорость невозмущенного потока, или скорость перемещения тела в потоке, м/с; Δl – длина элемента лопасти; Γ – циркуляция скорости вокруг лопасти, характеризующая интенсивность кругового потока вокруг крыла, м^2/с.

Величина циркуляции Γ определяется также по формуле Жуковского:

$$\Gamma = \frac{C_y \cdot b \cdot W}{2}, \qquad (2.2)$$

где C_y – коэффициент подъемной силы; числовое значение его зависит от угла α (угол, заключенный между хордой профиля и направлением скорости) и размаха крыла $b/\Delta l$; b – хорда профиля.

После подстановки значения Г в формулу (2.1) получаем подъемную силу крыла

$$\Delta P = \frac{C_{\text{у}}}{2} \cdot \rho \cdot W^2 \cdot b \cdot \Delta l, \tag{2.3}$$

Основной причиной появления подъемной силы является вязкость текучего, и если она равна нулю, то и ΔP равна нулю.

Из уравнения следует, что если при движении тела в потоке или, наоборот, при движении потока вдоль лопасти не образуется циркуляция, то подъемная сила также равна нулю и передача энергии от лопасти к текучему невозможна. Поэтому движение крыла в реальном текучем всегда обусловлено возникновением циркуляционного течения вокруг лопасти, приводящего к созданию повышенного давления на набегающей стороне лопасти и пониженного давления на ее противоположной стороне.

Одновременно с подъемной силой ΔP (вследствие вязкости среды) возникает сила лобового сопротивления крыла ΔQ, определяемая по уравнению

$$\Delta Q = \frac{C_X}{2} \cdot \rho \cdot W^2 \cdot b \cdot \Delta l, \tag{2.4}$$

где C_X – коэффициент лобового сопротивления, зависящий от тех же факторов, что и C_y.

Отношение коэффициента C_y к C_X называется качеством профиля лопасти и показывает, во сколько раз подъемная сила больше силы лобового сопротивления.

До сих пор все приведенные закономерности относились к взаимодействию одной лопасти с потоком, в случае перемещения решетки лопастей в потоке жидкости происходит искривление последнего и за решеткой поток приобретает иное направление, чем до решетки.

Для определения подъемной силы решетки, как это показал Чаплыгин, необходимо вместо скорости невозмущенного потока подставлять величину скорости $W_{\text{Т}}$, равную геометрической полусумме скоростей потока перед и за решеткой.

$$W_{\text{Т}} = \frac{W_1 + W_2}{2}. \tag{2.5}$$

Направление подъемной силы, как и для одиночной лопасти, остается перпендикулярным к скорости $W_{\text{Т}}$ и направлено в сторону, противоположную циркуляции вокруг лопасти.

Вихрем называется движение частиц жидкости в пространстве вокруг некоторой мгновенной, неподвижной или перемещающейся оси подобно твердому телу.

В любой вязкой среде вокруг вихря образуется поле скоростей, интенсивность которого измеряется циркуляцией Г, последняя равна

$$\Gamma = \oint C \cdot \cos\varphi \cdot ds = \oint C_{\text{И}} \cdot ds\,, \tag{2.6}$$

где C – скорость жидкости в данной точке контура; $C_{\text{и}}$ – проекция скорости на касательную контура в данной точке; ds – элемент длины контура; φ – угол между направлением скорости C и элементом ds.

Таким образом, циркуляция – это кинематическая характеристика течения жидкости, представляет собой работу вектора скорости по контуру.

В частном случае, когда во всех точках контура скорость одинакова и направлена по касательной к нему, а сам контур представляет собой окружность радиуса R, циркуляция вычисляется по формуле:

$$\Gamma = C_{\text{И}} \oint ds = 2\pi R C_{\text{И}} = 2\pi R^2 \omega = 2\omega F\ , \tag{2.7}$$

Следовательно, циркуляция или напряжение вихря по некоторому контуру, где вихрь не меняется, равна удвоенному произведению площади вихря на его угловую скорость, что имеет место при вращении рабочего колеса.

За положительное значение циркуляции принято считать движение по контуру в направлении часовой стрелки, а за отрицательное – при обходе контура против часовой стрелки (рис. 2.3).

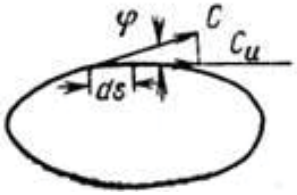


Рис. 2.3. Схема циркуляции по контуру

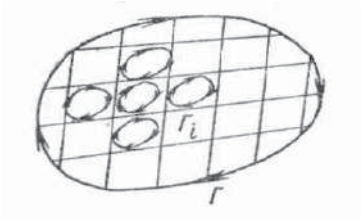


Рис. 2.4. Схема суммирования циркуляций

Для определения циркуляции по какому-то контуру разобьем его внутреннюю поверхность на бесконечное множество элементарных

площадок и изобразим циркуляцию в каждой из них в виде вихря, вращающегося по часовой стрелке. При определении суммы всех циркуляций замечаем, что по линиям, разграничивающим смежные площади, циркуляции взаимно исключаются, так как они равны по величине и противоположны по направлению (рис. 2.4).

Таким образом, останется лишь внешняя циркуляция, равная сумме циркуляций внутри контура

$$\Gamma = \sum_{0}^{i} \Gamma_i. \qquad (2.8)$$

Если контур не охватывает вихрь, то циркуляция скорости вокруг него равна нулю [5].

2.1. Турбоустановки, турбомашины и их внешние сети

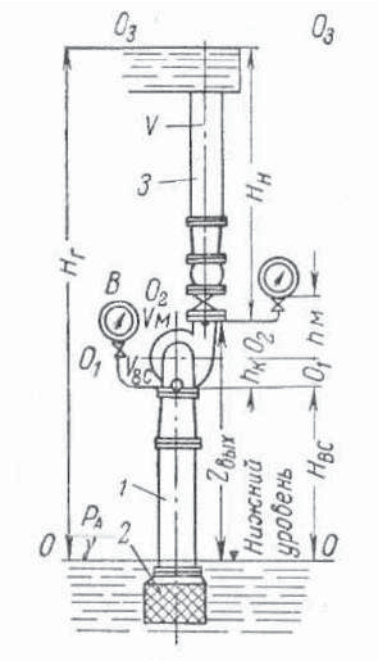


Рис. 2.5. Схема насосной установки

Турбоустановка любого типа представляет собой совокупность источника движения (турбомашины) и внешней сети, по которой происходит движение текучего в заданном направлении. Это движение вызвано разностью удельных давлений в потоке текучего между входным и выходным отверстиями турбомашины, возникающей только при вращении рабочего колеса. Этот перепад давлений расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений при движении текучего в сети, подъем его на требуемую высоту и сообщение некоторой скорости потоку.

Физические процессы машин, вызывающих движение текучего (вода, воздух) вследствие силового взаимодействия их ра-

бочего органа с обтекающим его потоком текучего, плотность которого практически не меняется. Этот тип машин называют турбомашинами. Совокупность подобной машины с сетью, по которой перемещается текучее, называют турбоустановкой.

Внешней сетью насосной установки (рис. 2.5) для перемещения текучего (воды, гидросмеси, воздуха) является подводящий (всасывающий) трубопровод ***1*** с приемной сеткой ***2*** и клапаном (нужен только для жидкостей) и напорный трубопровод ***3***. Первый обеспечивает подвод текучего в машину, а второй – отвод его в заданном направлении [5].

Следовательно, турбомашина всегда работает на определенную сеть, и режим ее работы обусловлен взаимным влиянием сети и машины друг на друга. Режим работы турбоустановки на сеть характеризуется следующими основными параметрами: подачей (производительностью), напором (давлением), развиваемым турбомашиной, мощностью на валу турбомашины и ее коэффициентом полезного действия (к.п.д.), скоростью вращения рабочего органа турбомашины и для турбомашин, перекачивающих жидкости, вакуумметрической высотой всасывания.

Подачей турбомашины Q называют объем текучего, подаваемый машиной в единицу времени (размерность подачи л/с, м^3/с, м^3/ч).

В некоторых случаях вместо объемного расхода употребляют весовой расход G, имеющий размерность Н/ч, Н/с, кг/с. При этом

$G = \gamma \cdot Q$ (здесь γ – удельный вес текучего, Н/м^3 или кг/м^3).

Напор турбомашины – это давление, сообщенное 1 кг текучего при прохождении через машину, или разность полных удельных энергий текучего при выходе из машины E_H и при входе в нее E_B, каждая из которых складывается из трех величин:

$$H = E_{\text{Н}} - E_{\text{В}} = \left(\frac{P_{\text{Н}}}{\gamma} + Z_{\text{ВЫХ}} + \frac{v_{\text{н}}^2}{2g}\right) - \left(\frac{P_{\text{В}}}{\gamma} + Z_{\text{В}} + \frac{v_{\text{в}}^2}{2g}\right) =$$

$$= \left(\frac{P_{\text{Н}} - P_{\text{В}}}{\gamma} + Z_{\text{ВЫХ}} - Z_{\text{В}}\right) + \frac{v_{\text{н}}^2 - v_{\text{в}}^2}{2g} = H_{\text{СТ}} + H_{\text{ДИН}} \qquad (2.9)$$

где $P_{\text{н}}$, $v_{\text{н}}$, $Z_{\text{вых}}$ – соответственно абсолютное давление, скорость текучего и координата сечения относительно зеркала воды в приемном резервуаре на выходе из турбомашины; $P_{\text{в}}$, $v_{\text{в}}$, $Z_{\text{в}}$ – соответственно абсолют-

ное давление, скорость текучего и координата сечения относительно зеркала воды в приемном резервуаре на входе в машину; g – ускорение силы тяжести, $g = 9{,}81$ м/с^2.

Сумма первых четырех членов, заключенных в скобки, характеризует собой потенциальную энергию текучего и называется **статическим напором** $H_{ст.}$

Разность квадратов скоростей характеризует приращение кинетической энергии текучего при прохождении через турбомашину и называется **динамическим напором** $H_{дин}$.

Напор турбомашины H измеряется в метрах столба текучего, проходящего через машину, и не зависит от плотности текучего.

Между напором турбомашины и развиваемым ею давлением имеется следующая зависимость,

$$P = \gamma \cdot H = \rho \cdot g \cdot H, \text{ Н/м}^2 \qquad (2.10)$$

где ρ – плотность текучего, кг/м^3.

Следовательно, давление, развиваемое турбомашиной, зависит от плотности текучего.

Напор турбомашины можно определить по показаниям манометра М и вакуумметра В, используя формулу

$$H = (\rho \cdot g \cdot \frac{\text{М}}{\gamma} \pm h_{\text{м}}) + (\text{В} \pm h_{\text{в}}) + \frac{v_{\text{м}}^2 - v_{\text{вс}}^2}{2g}, \text{ м.вод.ст.}, \qquad (2.11)$$

где М – показания манометра, кг/см^2 (1 кг/см^2 = 0,1 Н/м^2); $h_{\text{м}}$ – вертикальное расстояние от оси турбомашины до манометра (при расположении манометра над осью машины берется со знаком плюс, а ниже оси ее – со знаком минус), м; В – показания вакуумметра в метрах столба текучего; $h_{\text{в}}$ – расстояние от оси турбомашины до вакуумметра (при расположении выше оси берется отрицательное, ниже – положительное), м; $v_{\text{м}}$ и $v_{\text{вс}}$ – соответственно скорость движения текучего в месте присоединения манометра и вакуумметра, м/с.

Давление, развиваемое вентилятором, выражают в Н/м^2 или мм вод. ст. (9,81 Н/м^2 = 1 кг/м^2 = 1 мм вод. ст.).

Мощность турбомашины N – это работа, проведенная машиной в единицу времени. Ее принято разделять на полезную мощность, непосредственно сообщенную текучему и подведенную к валу турбомашины $N_{\text{в}}$:

$$N = G \cdot H, \text{ Нм/с}; \qquad N_{в} = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{1000}, \text{ кВт.} \tag{2.12}$$

К.п.д. турбомашины – величина, равная отношению полезной мощности к мощности на валу

$$\eta = \frac{N}{N_{в}} \ . \tag{2.13}$$

Скорость вращения рабочего органа турбомашины указывает максимальное число его оборотов в единицу времени, которое не может быть увеличено без согласования с заводом-изготовителем, и ему соответствуют величины подач, напора и к.п.д.

Помимо вышеуказанных параметров для характеристики режима турбомашин, перекачивающих жидкости, вводится вакуумметрическая высота всасывания. Она определяется по показанию вакуумметра.

Вакуумметрическая высота всасывания показывает разрежение при входе в насос, м:

$$H_{вак} = H_{вс} + \Delta H_{вс} + \frac{v_{вс}^2}{2g}, \tag{2.14}$$

где $H_{вс}$ – расстояние по вертикали от нижнего уровня воды (см. рис. 2.5) до места подключения трубки вакуумметра, м; $\Delta H_{вс}$ – сумма потерь напора во всасывающем трубопроводе при движении жидкости вследствие трения о его стенки и прохождения местных сопротивлений, м; $v_{вс}$ – скорость движения жидкости в месте присоединения вакуумметра, м/с.

Внешняя сеть турбоустановки

Внешняя сеть турбоустановки для перемещения текучего состоит из подводящего и напорного трубопроводов.

Для определения удельной работы на перемещение реального текучего в условиях установившегося движения применим уравнение Бернулли в сечениях 0 – 0, 0 – 0_1, 0_2 – 0_2, и 0_3 – 0_3 (см. рис. 2.5).

Плоскость сравнения 0 – 0 совпадает с зеркалом воды в приемном резервуаре ($z_o = 0$) и в процессе откачки воды уровень в нем не опускается. Следовательно, скоростью потока $v_o = 0$ можно пренебречь. Поэтому удельная энергия E_o жидкости в сечении 0 – 0 равна атмосферному давлению P_A/γ и под его воздействием жидкость перемещается по подводящему патрубку в насос.

Энергия E_0 расходуется на подъем текучего на высоту $H_{вс}$, преодоление сопротивлений $\Delta H_{вс}$, обеспечение скорости движения текущего $v_{вс}$ и на создание остаточного давления $P_в/\gamma$ в сечении $0_1 - 0_1$, тогда

$$E_0 = \frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + \Delta H_{вс} + \frac{v_{вс}^2}{2g} + H_{вс} \quad . \tag{2.15}$$

Энергия (напор) E_2 на выходе из насоса в сечении $0_2 - 0_2$

$$E_2 = \frac{P_н}{\gamma} + Z_н - Z_{вс} + \frac{v_н^2}{2g} \quad . \tag{2.16}$$

Она расходуется на подъем текучего на высоту $H_{вс}$, преодоление сопротивления в трубопроводе $\Delta H_{вс}$ и давления воздуха на сливе P'_A/γ, а также на создание скорости движения текучего в нем.

Суммарная энергия системы равна сумме E_0 и E_2. Произведя сложение E_0 и E_2 и некоторые преобразования, получим:

$$\frac{P_н - P_в}{\gamma} + Z_н - Z_{вс} + \frac{v^2{}_н - v^2{}_{вс}}{2g} =$$

$$= \frac{P_A - P'_A}{\gamma} + H_{вс} + \Delta H_{вс} + H_н + \Delta H_н + \frac{v^2}{2g} \quad . \tag{2.17}$$

Левая часть уравнения есть энергия, необходимая для перемещения текучего, и она численно равна напору насоса.

Абсолютное давление воздуха на свободной поверхности текучего в резервуаре и на сливе практически одинаково:

$$\frac{P'_A - P_A}{\gamma} = 0 \, .$$

Вертикальное расстояние от нижнего уровня до верхнего называется геометрической высотой установки $H_г$. Эта величина равна сумме $H_н + H_{нс} = H_г$.

Общие потери во входном и выходном трубопроводах ΔH равны сумме $\Delta H_{вс} + \Delta H_н$ и определяются по формуле гидравлики

$$\Delta H = \lambda \cdot (\frac{l + l_{эк}}{d}) \cdot \frac{v^2}{2g} \, , \tag{2.18}$$

где λ – коэффициент гидравлических сопротивлений труб; l – суммарная длина трубопроводов; $l_{ЭК}$ – длина прямого участка труб, эквива-

лентная местным сопротивлениям; d – внутренний диаметр трубопровода. С учетом вышеуказанных положений уравнение приобретает вид

$$H = H_{г} + (\lambda \frac{l + l_{эк}}{d} + 1) \frac{v^2}{2g} =$$

$$= H_{г} + (\lambda \frac{l + l_{эк}}{d} + 1) \frac{8Q^2}{\pi^2 g d^4} = H_{г} + R_{Т} Q^2 \ , \qquad (2.19)$$

где Q – подача турбомашины, м^3/с; $R_{т}$ – удельное сопротивление трубопровода, с^{2}м$^{-5}$.

Анализируя уравнение, приходим к выводу, что напор, развиваемый турбомашиной, расходуется на подъем текучего на высоту $H_{г}$ и преодоление сопротивлений, включая создание скоростного напора.

Специфической особенностью работы вентиляторных установок на шахтах и карьерах является поступление воздуха из атмосферы, прохождение его через машину и выход из нее на прежней отметке, поэтому $H_{г} = 0$. В этих условиях влияние естественной тяги практически не сказывается на сопротивлении вентиляционной сети.

Уравнение внешней сети (пневматической установки) для газа, удельный вес которого γ, получаем из характеристики сети умножением ее на объемный вес газа, Н/м^2.

$$\Delta P = H\gamma = (H_{г} + R_{т} \cdot Q^2) \cdot \gamma \ . \qquad (2.20)$$

В отличие от водоотливной и вентиляторной сетей, пневматическая сеть является силовой и служит для передачи энергии от компрессорной станции потребителям сжатого воздуха. Объемный вес воздуха в сети непрерывно меняется в процессе его расхода и в моменты нулевого потребления. Тем не менее, характеристика сети непрерывно изменяется и в какой-то момент времени может быть представлена уравнением (2.20).

На рис. 2.6, *а* представлена характеристика внешней сети водоотливной установки. Когда подача в сети равна нулю, кривая $Q - H$ отсекает на оси ординат отрезок, соответствующий $H_{г}$ – геометрической высоте установки. Ординаты, заключенные между кривой $Q - H$ и $H_{г}$ – постоянное, есть потери напора в сети ΔH.

На рис 2.6, *б* построена характеристика внешней сети вентиляторной установки. Она представляет собой параболу, вершина которой находится в начале координат.

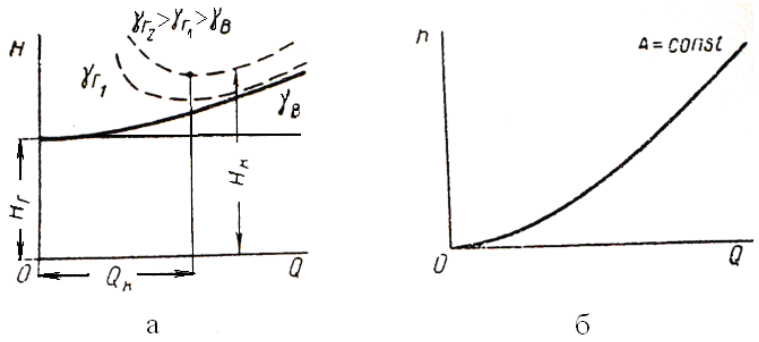


Рис. 2.6. Характеристика внешней сети

Характеристика внешней сети пневматической установки в координатах Q и ΔP представляет собой параболу, смещенную относительно начала координат, как и для водоотливной сети.

2.2. Виды турбомашин

Турбомашины по назначению делятся на:

1) двигатели, превращающие энергию текучего в механическую энергию; к ним относятся турбины. В настоящее время гидродвигатели получили широкое применение на различных горных машинах (экскаваторах, буровых станках, бульдозерах и др.), обеспечивая высокую надежность, простоту управления и реверсирования, бесступенчатое регулирование и легкую автоматизацию горных работ;

2) рабочие машины – генераторы, использующие механическую энергию двигателей для перемещения текучего (насосы, грунтонасосы, вентиляторы) или для сжатия воздуха или газа (турбокомпрессоры, воздуходувки).

Рабочие турбомашины называются иначе лопастными машинами, так как их рабочий орган состоит из нескольких лопастей, непрерывно находящихся во вращении и воздействующих на поток, преобразующих при этом механическую энергию двигателя в движение текучего.

В зависимости от направления движения текучего по отношению оси лопастной машины последние подразделяются на: центробежные (радиальные и диагональные) и осевые.

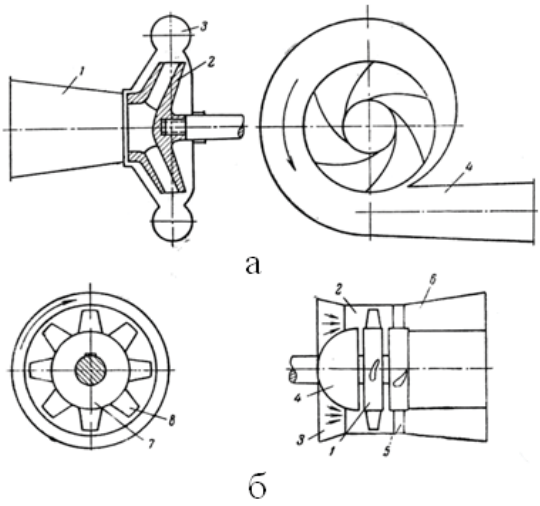


Рис. 2.7. Схема лопастной машины:
а – центробежно-радиального типа; *б* – осевого типа

В центробежных машинах (рис. 2.7, *а*) текучее входит в лопастное колесо ***2*** параллельно его оси и далее движется в нем в радиальных машинах в плоскости его вращения, а в диагональных – по поверхности, наклонной к плоскости вращения последнего [5].

Текучее получает приращение энергии в колесе, а в остальных неподвижных элементах машины лишь происходит в большей или меньшей степени преобразование скоростной составляющей полного напора в статическую составляющую, т. е. давление.

Центробежная турбомашина состоит из подводящей трубы ***1***, лопастного колеса ***2***, собирающее-отводящего устройства ***3*** и конического диффузора ***4***.

Лопастным (рабочим) колесом называют вращающуюся круговую решетку, а ее ребра – лопастями.

Лопастное колесо состоит из ведущего (заднего) диска вместе с втулкой, укрепляемой на валу машины, ведомого (переднего) диска с уплотнительным пояском и лопастей.

В насосах все эти детали отливаются вместе и образуют единое целое, в вентиляторах соединение перечисленных выше элементов вместе

осуществляют путем приклепывания лопастей к переднему и заднему дискам заклепками.

Обычно лопасти изогнуты по цилиндрическим поверхностям, образующая которых параллельна оси колеса, а в плоскости колеса лопастям придается обтекаемая форма, несколько напоминающая профиль крыла самолета. Поэтому скорость обтекания текучего по обе стороны лопастей оказывается различной и возникает разность давлений по обе стороны каждой лопасти, вызывающая приращение полного напора текучего. Благодаря этому устанавливается сквозное движение текучего от входа к выходу колеса.

В осевых машинах движение текучего происходит на всем протяжении машины параллельно оси вращения лопастного колеса, т. е. от входа текучего в машину до выхода из нее.

Осевая машина состоит из лопастного колеса ***1***, насаженного на вал и размещенного в цилиндрическом корпусе (кожухе) ***2***. Входной части кожуха придана форма расширяющегося раструба-коллектора ***3***, а для плавного входа текучего в колесо перед ним помещен обтекатель ***4***.

Поток, выходящий из колеса, поступает на неподвижные лопатки спрямляющего аппарата ***5*** и раскручивается в нем, двигаясь снова параллельно оси машины к кольцевому диффузору ***6***. В последнем совершается преобразование скоростной составляющей полного напора в статическое давление. Лопастное колесо осевой машины состоит из цилиндрической втулки *7* (диаметр ее достигает 0,6 диаметра колеса), к которой прикреплены лопасти ***8***. Конструкция крепления лопастей к втулке позволяет поворачивать их после остановки агрегата. Каждая лопасть в отдельности является телом несимметричной формы крылового профиля. Ее поперечное сечение постепенно возрастает от конца лопасти по направлению к месту крепления во втулке. Для повышения напора машины и ее экономичности лопасть в пространстве закручена под некоторым углом.

При обтекании лопасти потоком текучего происходит силовое взаимодействие между ним и лопастью и, как следствие этого, появление силы, действующей со стороны потока на лопасть, и наоборот.

В первом случае лопасть стремится переместиться вместе с потоком, а во втором – при набегании лопасти на поток текучего возникающая сила взаимодействия приводит в движение текучее, сообщая ему то или иное количество энергии.

2.3. Кинематика потока в рабочем колесе центробежной и осевой идеальной турбомашины

Идеальной турбомашиной принято называть турбомашину, имеющую бесконечное количество лопастей, которые при вращении рабочих колес передают энергию текучему без потерь (рис. 2.8).

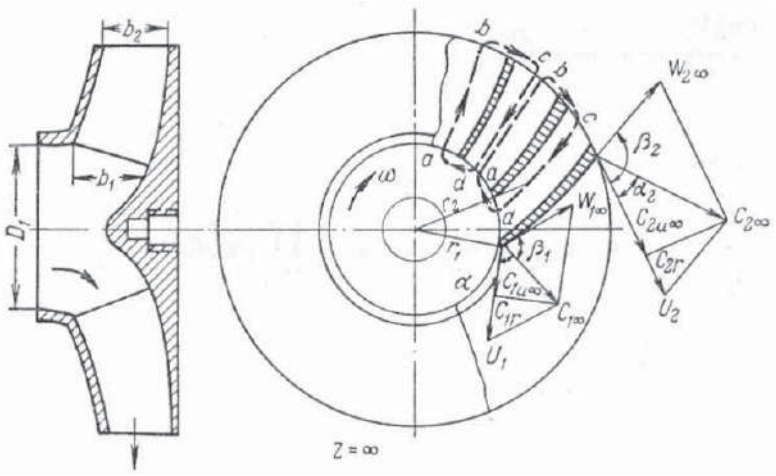


Рис. 2.8. План скоростей на входе и выходе из рабочего колеса идеальной центробежной турбомашины

Рабочее колесо турбомашины непрерывно вращается и текучее, проходя через него, находится одновременно в двух движениях: переносном (вместе с рабочим колесом) со скоростью, равной окружной скорости U, и относительном (вдоль лопастей колеса) со скоростью W [5].

Абсолютная скорость движения C любой частицы текучего относительно неподвижного корпуса турбомашины равна геометрической сумме скоростей переносного U и относительного W движений. Скорости U и W направлены по касательным – первая к окружности входа или выхода колеса, а вторая – к лопасти рабочего колеса.

Все размеры рабочего колеса, скорости, давления и другие величины, относящиеся к входу, обозначим с индексом ***1***, а к выходу из колеса – с индексом ***2***, а для указания на бесконечное число лопастей в колесо ставить индекс ∞.

Абсолютная скорость входа частицы C_1 находится как диагональ параллелограмма скоростей U_1 и W_1. Абсолютную скорость C_1 разложим на две составляющие: радиальную C_{1r} (меридиональную), направленную вдоль радиуса r_1, и тангенциальную C_{1u}, направленную по окружной скорости U_1. Поэтому при проекциях абсолютной скорости ставится индекс u или r.

Аналогичным способом строится параллелограмм на выходе из колеса и находятся абсолютная скорость потока C_2 и ее составляющие C_{2u} и C_{2r} (скорость закручивания на выходе).

Пользуясь доказанным положением относительно циркуляции вдоль контура (формула (2.2)), можем записать формулу циркуляции для круговой решетки:

$$\Gamma = \sum_0^i \Gamma_i = \Gamma_{ab} + \Gamma_{bc} + \Gamma_{cd} + \Gamma_{da} + \Gamma_{ab} + \Gamma_{dc} +$$

$$+ \Gamma_{cd} + \Gamma_{da} + \ldots = \Gamma_2 \pm \Gamma_1 = z\Gamma_л, \qquad (2.21)$$

где Γ_1 – циркуляция на входе в колесо:

$$\Gamma_1 = 2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot C_{1u}; \qquad (2.22)$$

z – число лопастей в колесе; $\Gamma_л$ – циркуляция вокруг лопасти; Г – циркуляция вокруг решетки; Γ_2 – циркуляция на выходе из колеса:

$$\Gamma_2 = 2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot C_{2u}; \qquad (2.23)$$

C_{1u}, C_{2u} – окружные составляющие абсолютных скоростей жидкости в рабочем колесе с конечным числом лопаток.

Так как $\Gamma_{ab} = -\Gamma_{cd}$, то циркуляция вокруг лопастей центробежной турбомашины равна

$$z \cdot \Gamma_л = \Gamma_2 \pm \Gamma_1 = 2 \cdot \pi \cdot (r_2 \cdot C_{2u} \pm r_1 \cdot C_{1u}). \qquad (2.24)$$

Знаки «плюс» и «минус» ставятся в зависимости от направления закручивания потока на входе (по вращению колеса – «минус», против вращения колеса – «плюс»).

На рис. 2.9 приведен план скоростей в осевой турбомашине.

В отличие от центробежной машины, здесь жидкость движется параллельно оси и окружная скорость U при этом остается неизменной, в то время, как относительная скорость W изменяется от входа к выходу [5].

Разрезав цилиндр по образующей и развернув его на плоскость, получаем так называемую плоскую решетку профилей (см. рис. 2.9).

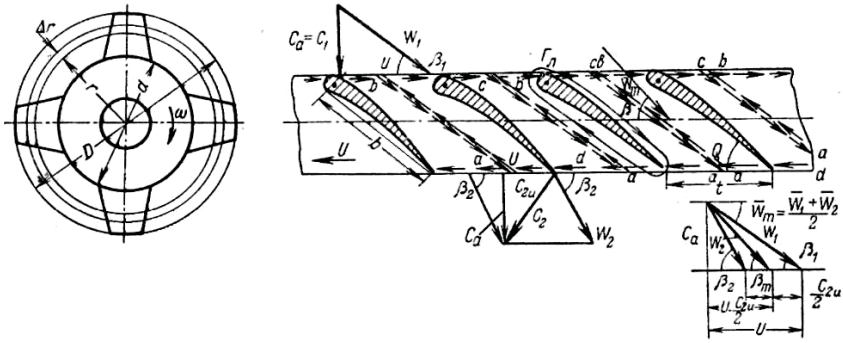


Рис. 2.9. План скоростей в осевой турбомашине

Основными параметрами, характеризующими такую решетку, являются фронт решетки, линия, соединяющая задние или передние точки профилей в решетке, а нормаль к нему – осью решетки.

Применительно к рассматриваемой решетке определим циркуляцию вокруг нее, выделив вокруг каждой лопасти контур ***abcd***, стороны которого ***ab*** и ***cd*** параллельны фронту решетки, а ***bc*** и ***da*** – хорде лопасти, располагаясь посередине пространства смежных лопастей.

Таким образом, циркуляция по контуру ***abcd*** равна циркуляции вокруг лопасти для идеального текучего и определится по формуле:

$$\Gamma_{л} = \Gamma_{abcd} = \Gamma_{ab} + \Gamma_{bc} + \Gamma_{cd} + \Gamma_{da} = \Gamma_{bc} + \Gamma_{da}. \qquad (2.25)$$

Так как циркуляция $\Gamma_{ав}$ равна по величине и противоположна по направлению Γ_{cd}, то для всей решетки получаем

$$z\Gamma_{л} = z\Gamma_{bc} + z\Gamma_{da} = \Gamma_2 \pm \Gamma_1, \qquad (2.26)$$

где $z{\cdot}\Gamma_{BC} = \Gamma_1$ – циркуляция на переднем фронте решетки; $z{\cdot}\Gamma_{DA} = \Gamma_2$ – циркуляция на заднем фронте решетки.

Переходя от циркуляции к скоростям закручивания, используя формулы (2.22) и (2.26), получаем для осевой машины при $r_1 = r_2 = r$ – радиус решетки

$$z\Gamma_{л} = 2\pi \cdot (r_2 C_{2u} \pm r_1 C_{1u}) - 2\pi r (C_{2u} \pm C_{1u}). \qquad (2.27)$$

В случае отсутствия закручивания на входе $C_{1u} = 0$ и формула (2.27) существенно упростится.

Сопоставляя формулы (2.24) и (2.27), видим, что суммарная циркуляция вокруг круговой и осевой решеток одинакова и не зависит от их конструктивного выполнения. Это еще раз доказывает общность процессов всех турбомашин, а из этого следует, что циркуляция вокруг решетки $z\Gamma_л$ при прочих равных условиях не зависит от рода перемещаемого текучего (вода, воздух, газ) [5].

2.4. Теоретический напор и производительность идеальной турбомашины

Теоретический напор идеальной турбомашины (величина приращения удельной энергии текучего при прохождении через колесо) зависит от геометрических и кинематических параметров рабочего колеса.

Для вывода этой зависимости вновь воспользуемся решеткой профилей (рис. 2.10) для случая, когда вязкость текучего равна нулю, т. е. при отсутствии силы лобового сопротивления лопасти ($\Delta Q = 0$).

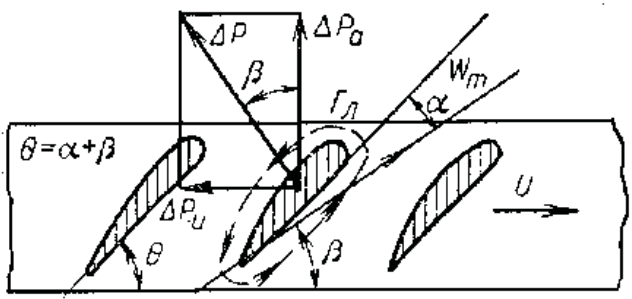


Рис. 2.10. Решетка профилей с усилиями на лопасти

Проф. К. А. Ушаков применительно к турбомашине предложил подъемную силу ΔP разложить в направлении оси решетки ΔP_a и окружной скорости ΔP_u. Первая обусловливает движение текучего по оси и создает тягу турбомашины, а вторая – сопротивление вращению колеса ΔP_u.

Усилие ΔP_u на элементе одной лопасти

$$\Delta P_{uz} = \Delta P \cdot \sin\beta. \qquad (2.28)$$

Вместо ΔP в формулу (2.28) подставляем его значение из формулы (2.1) и получим

$$\Delta P_{uz} = \rho \cdot W_{\text{т}} \cdot \Delta l \cdot \Gamma_{\text{л}} \cdot \sin\beta, \tag{2.29}$$

где $\Delta l = \Delta r$ – длина элемента лопасти; $\Gamma_{\text{л}}$ – циркуляция вокруг одной лопасти; ρ – плотность текучего, кг/м^3; $W_{\text{т}}$ – средняя скорость потока, м/с.

Усилие, необходимое для перемещения всей решетки,

$$\Delta P_u = z\Delta P_{uz} = \rho \cdot z \cdot W_{\text{т}} \cdot \Delta r \cdot \Gamma_{\text{л}} \cdot \sin\beta. \tag{2.30}$$

Из треугольника скоростей (см. рис. 2.10) следует, что и формула (2.29) несколько упростится

$$\Delta P_u = \rho \cdot z \cdot C_a \cdot \Delta r \cdot \Gamma_{\text{л}}. \tag{2.31}$$

где $C_a = \dfrac{q}{2\pi r \cdot \Delta r}$ – осевая скорость незакрученного потока через элементарный расход – q, м/с;

Крутящий момент для вращения решетки профилей, расположенных на расстоянии r от оси турбомашины,

$$\Delta M = \Delta P_u \cdot r. \tag{2.32}$$

Мощность, затрачиваемая на создание этого крутящего момента, выражается зависимостью

$$\Delta N = \Delta M \cdot \omega = \rho \cdot z \cdot C_a \cdot \omega \cdot \Delta r \cdot \Gamma_{\text{л}}. \tag{2.33}$$

С другой стороны, мощность на валу теоретической идеальной турбомашины составляет

$$\Delta N = \gamma \cdot q \cdot H_{\text{т}} = \rho \cdot g \cdot q \cdot H_{\text{т}}, \tag{2.34}$$

где q – элементарная подача машины; её находим в соответствии с формулой (2.31).

Произведя подстановку в формулу (2.34) значения q, имеем

$$\Delta N = \rho \cdot q \cdot 2\pi \cdot r \cdot \Delta r \cdot C_a \cdot H_{\text{т}}. \tag{2.35}$$

Так как потерь в турбомашине нет, то, приравнивая друг другу значения мощности, получим

$$\rho z C_a \Delta r \omega r \Gamma_{\text{л}} = \rho g 2\pi r \Delta r C_a H_{\text{т}}. \tag{2.36}$$

Отсюда теоретический напор турбомашины

$$H_{\text{т}} = \frac{z \cdot \Gamma_{\text{л}} \cdot \omega}{2\pi \cdot g}. \tag{2.37}$$

Теоретический напор турбомашины, выраженный в метрах столба текучего, не зависит от рода текучего. Он всецело определяется циркуляцией вокруг лопастей, числом лопастей и угловой скоростью вращения решетки [5].

В случае отсутствия вязкости жидкости циркуляция вокруг лопасти $\Gamma_л$ равна нулю и теоретический напор турбомашины также равен нулю. Следовательно, передача энергии от решетки к потоку возможна только в реальных вязких жидкостях.

Напор центробежной турбомашины:

$$H_T = \frac{\omega r_2 C_{2u} \pm \omega r_1 C_{1u}}{g} = \frac{U_2 C_{2u} \pm U_1 C_{1u}}{g}. \qquad (2.38)$$

Напор осевой турбомашины:

$$H_T = \frac{\omega r}{g}(C_{2u} \pm C_{1u}) = \frac{U}{g}(C_{2u} \pm C_{1u}). \qquad (2.39)$$

Так как напор осевой турбомашины пропорционален окружной скорости, а последняя изменяется по длине лопасти, то для предупреждения перетекания потока вдоль лопасти необходимо, чтобы $\Gamma_л$ была постоянной величиной. Следовательно, для сохранения $\Gamma_л$ произведение bC_y должно расти, так как W снижается с уменьшением радиуса r. Это обеспечивается использованием крученых лопастей, у которых по мере уменьшения радиуса r возрастает ширина лопасти b и одновременно изменяется угол их установки θ.

Основное уравнение идеальной машины

$$H_{T_\infty} = \frac{U_2 \cdot C_{2u_\infty} \pm U_1 \cdot C_{1u_\infty}}{g}, \qquad (2.40)$$

где $C_{2u\infty}$ и $C_{1u\infty}$ – проекции абсолютных скоростей текучего в рабочем колесе с бесконечным числом лопастей.

В теоретической турбомашине отсутствуют утечки текучего через зазоры между подвижными и неподвижными частями машины из полостей повышенного давления в полости пониженного давления и не принимается во внимание толщина самих лопастей. Поэтому производительность такой машины определяется количеством текучего, проходящего через ее рабочее колесо. Расход текучего через любое сечение, м^3/с:

$$Q = F \cdot C, \tag{2.41}$$

где C – средняя скорость текучего, м/с; F – сечение потока, нормальное к скорости C, м^2.

Теоретическая производительность центробежной машины

$$Q_{\text{T}} = \frac{\pi D_1^2}{4} C_0 = \pi D_1 b_1 C_{1r} = \pi D_2 b_2 C_{2r}, \tag{2.42}$$

где C_0 – скорость входа воды в колесо, м/с; C_{1r} и C_{2r} – радиальная скорость на входе и выходе, в современных турбомашинах $C_{1r} = C_{2r}$, м/с; D_1 и D_2 – диаметр входа и выхода колеса, м; b_1 и b_2 – ширина лопаток колеса на входе и выходе, м.

Теоретическая производительность осевой машины, м^3/с

$$Q_{\text{T}} = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot C_a, \tag{2.43}$$

где D – внешний диаметр колеса, м; d – диаметр втулки, м; $\pi/4 \cdot (D^2 - d^2)$ – отметаемая площадь лопастями колеса, м^2.

2.5. Теоретическая напорная характеристика турбомашины

Теоретической напорной характеристикой турбомашины называется зависимость ее напора от производительности при постоянной скорости вращения рабочего колеса.

Для вывода этой зависимости воспользуемся теоретическим напором турбомашины (2.40) для незакрученного потока на входе в колесо ($C_{1u\infty} = 0$) и уравнением теоретической производительности турбомашин (2.42).

Для связи этих уравнений необходимо выразить $C_{2u\infty}$ через C_{2r}, для чего обратимся к параллелограмму скоростей на выходе из колеса (см. рис. 2.8).

При неизменной окружной скорости турбомашины и нулевой ее производительности напор турбомашины зависит только от U_2^2/g.

Выясним, какое влияние оказывает угол выхода лопасти β_2 на напорную характеристику турбомашины и составляющие полного напора колеса.

Отношение $C_{2u\infty}/U_2$ обозначают через φ_2 и называют коэффициентом закручивания.

Зависимость $H_{т\infty}$ от $Q_т$ представляет собой прямую линию в системе координат $Q_т - H_{т\infty}$, наклон которой всецело зависит от угла β_2 (рис. 2.11).

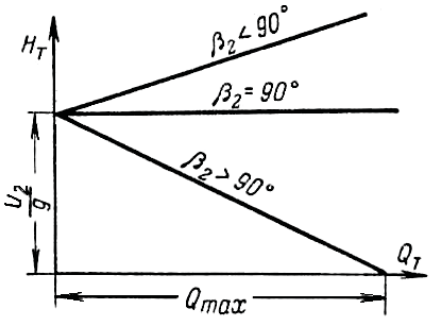
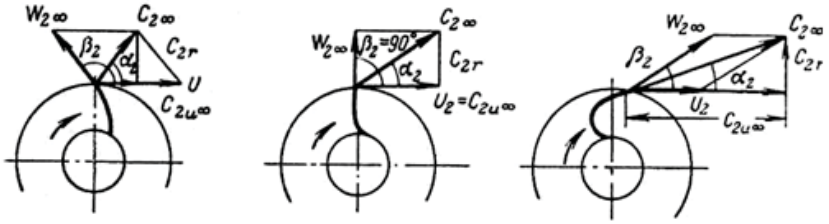


Рис. 2.11. Теоретические напорные характеристики турбомашины

Для угла $\beta_2 = 90°$ лопасти на выходе направлены по радиусу (рис. 2.12), $C_{2u\infty}$, $\varphi_2 = 1$, $ctg\beta_2 = 0$ и $B = 0$.

Поэтому $H_{т\infty}$ не зависит от $Q_т$ и представлен прямой, параллельной оси $Q_т$.



а б в

Рис. 2.12. Схемы рабочих колес центробежной турбомашины при $\beta_2 > 90°$ (*а*), $\beta_2 = 90°$ (*б*) и $\beta_2 < 90°$ (*в*)

Для углов $\beta_2 < 90°$ (лопасти загнуты вперед) величина $ctg\beta_2$ положительна, $C_{2u\infty} > U_2$ и $\varphi_2 > 1$, $ctg\beta_2 > 0$ и $B > 0$.

Следовательно, $H_{т\infty} = -(U_2^2/g) + B \cdot Q_т$ и напор машины возрастает с увеличением $Q_т$ (прямая направлена наклонно вверх).

Если $\beta_2 > 90°$ (лопатки загнуты назад, рис. 2.11, *а*) и $C_{2u\infty} < U_2$, $\varphi_2 < 1$, при этом $\mathrm{ctg}\beta_2 < 0$ и $B < 0$. В этом случае

$$H_{T_\infty} = \frac{U_2^2}{g} - BQ_T. \tag{2.44}$$

Прямая линия наклонена вниз и пересекает ось подач, отсекая на ней отрезок $Q_{T\max}$ при $H_{T\infty}=0$.

$$Q_{T\max} = \frac{U_2^2}{gB} = \frac{U_2 \pi D_2 b_2}{\mathrm{ctg}\beta_2}. \tag{2.45}$$

В рассматриваемой турбомашине напор снижается по мере возрастания ее подачи.

В процессе работы турбомашины происходит увеличение полного ее напора, который состоит из статического и динамического напоров [5].

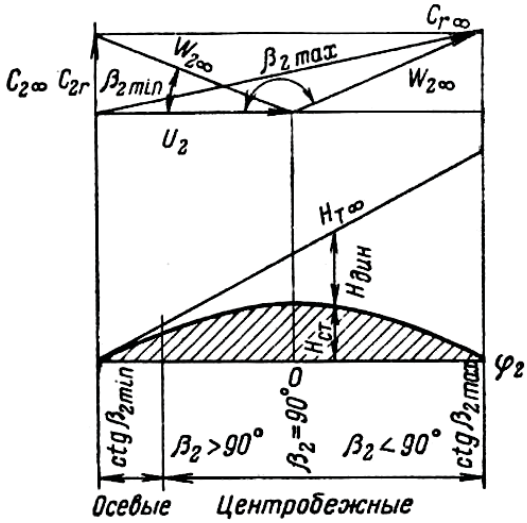


Рис. 2.13. Изменение статического, динамического и полного напоров турбомашин в зависимости от угла β_2

Статический напор расходуется на преодоление сопротивлений во внешней сети и на подъем текучего на высоту $H_г$, поэтому чем он больше, тем лучше используется турбомашина.

На рис. 2.13 построен график значений $H_т$, $H_{ст}$ и $H_{дин}$ в зависимости от угла β_2. На оси ординат отложены напоры, а на оси абсцисс – углы β_2 или коэффициенты φ_2.

Зависимость $H_т$ от φ_2 представляет собой прямую линию, и когда $\varphi_2 = 0$, то $H_т$, $H_{ст}$ и $H_{дин}$ равны нулю.

Если $\varphi_2 = 1$ ($\beta_2 = 90°$), то $H_{ст} = H_{дин}$ и, наконец, при $\varphi_2 = 2$ $H_{ст} = 0$ и $H_т = H_{дин} = 2U^2_2/g$.

Турбомашины с лопатками, загнутыми назад *(*$\varphi_2 > 90°$), в основном создают статический напор и относительно небольшой динамический напор, легко преобразуемый в давление при различных типах диффузоров без больших потерь энергии.

Наоборот, рабочие колеса с лопатками, загнутыми вперед, создают, в основном, скоростной напор; преобразование последнего в статический напор связано с большими потерями энергии, и они тем выше, чем больше скорость на выходе из колеса. В результате этого к.п.д. машины снижается.

Следовательно, центробежные насосы необходимо изготовлять с лопатками, загнутыми назад, обеспечивая высокие напоры путем последовательного включения колес.

Получение высоких напоров у осевых вентиляторов достигается за счет увеличения окружной скорости, так как у них коэффициент закручивания невелик.

2.6. Потери в турбомашинах

Поток текучего в каналах рабочего колеса с бесконечным числом лопастей существенно отличается от потока в турбомашине с конечным числом лопастей.

На рис. 2.14 показана схема движения текучего в рабочем колесе при конечном числе лопастей и построен параллелограмм скоростей на выходе из колеса.

В рабочих колесах турбомашин с конечным числом лопаток скорость в канале непостоянна и возникает разность давлений по обе стороны лопатки, что приводит к появлению относительного вихревого движения в каналах колеса, направленного в сторону, противоположную вращению колеса. При этом происходит наложение вихревого и сквозного течений потока в колесе, вследствие чего скорость у набегающей стороны лопасти понижается, а у тыльной возрастает. В этих усло-

виях поток отклоняется в сторону, противоположную вращению колеса, и скорость W_2 не оказывается касательной к лопасти.

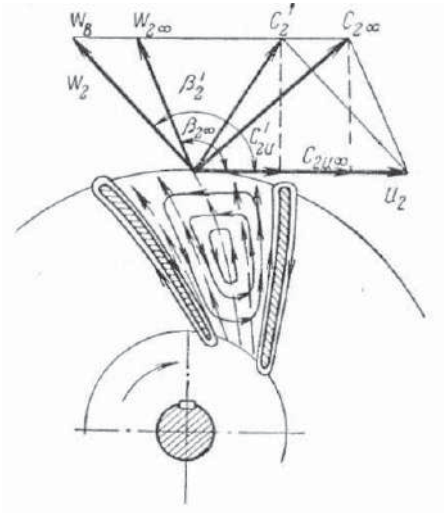


Рис. 2.14. Схема движения текучего в канале рабочего колеса центробежной турбомашины при конечном числе лопастей

Абсолютная скорость потока в колесе C'_2 значительно меньше $C_{2\infty}$. В соответствии с этим проекция $C'_{2u} > C'_{2u\infty}$, а угол $\beta'_2 > \beta_{2\infty}$. Поэтому теоретический напор турбомашины с конечным числом лопастей $H_т$ всегда меньше такового при бесконечном числе лопастей $H_{т\infty}$.

$$H_т = \frac{U_2 \cdot C'_{2u}}{g} = \frac{U_2 \cdot C_{2u_\infty}}{g} \cdot \frac{G_{2u}}{G_{2u_\infty}} = H_{т_\infty} \cdot k_ц, \qquad (2.46)$$

где $k_ц$ – коэффициент циркуляции.

Следовательно, колесо с конечным числом лопастей не в состоянии передать потоку столько энергии, сколько могло бы передать колесо с бесконечным числом лопастей.

Таким образом, из теоретической характеристики турбомашины с $z = \infty$ нужно вычесть потери напора от конечного числа лопастей $(1 - k_ц) \cdot H_{т\infty}$. Это вычитание проделано графически на рис. 2.15, кривая $H_т$.

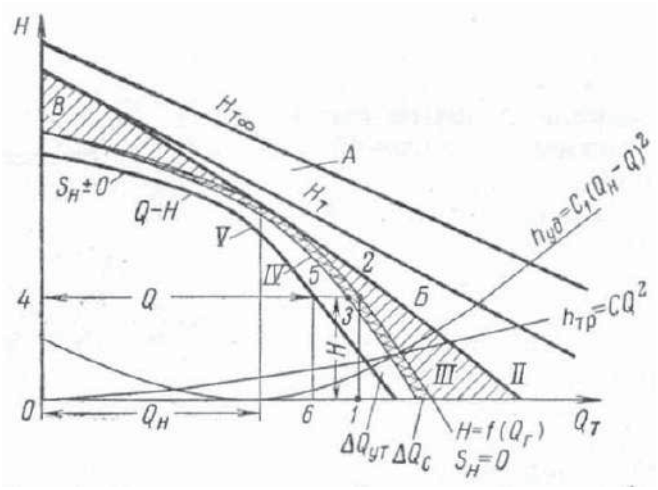


Рис. 2.15. Построение напорной характеристики турбомашины теоретическим методом: *А*, *Б*, *В* – области гидравлических потерь соответственно от конечного числа лопастей, трения и потерь на удар

При работе любой реальной турбомашины имеют место три вида потерь: гидравлические, объемные и механические, которые проявляются одновременно и оказывают взаимное влияние друг на друга.

С целью упрощения картины потерь и невозможности в настоящее время учесть их взаимное влияние произведем оценку этих потерь на напор машины порознь, отражая их на напорной характеристике машины.

Гидравлические потери в турбомашине возникают от трения текучего о стенки в каналах колеса и кожуха, в различных местных сопротивлениях и на поворотах, а также обусловлены ударом потока при входе на лопасти колеса и лопатки направляющего аппарата.

Потери напора на трение $h_{тр}$ пропорциональны квадрату расхода и представляют собой параболу с вершиной в начале координат. Вычитая из ординат напорной характеристики турбомашин ординаты кривой $h_{тр}$ при одних и тех же значениях подач, получим кривую *II*.

Потери напора на удар $h_{уд}$ изменяются также по параболе, но ее вершина смещена от начала координат вправо на величину $Q_н$, соответствующую безударному входу. При отклонении фактической подачи машины от $Q_н$ в любую сторону неизбежен ударный вход текучего. Вели-

чина этих потерь пропорциональна квадрату разности $(Q_н - Q)^2$. Эти потери также нанесены на рис. 2.15 и вычтены аналогично $h_{тр}$ из напорной характеристики *II*.

Кривая *III* дает нам изменение действительного напора турбомашины в функции теоретической подачи $Q_т$ при отсутствии зазоров s_a между подвижными и неподвижными частями турбомашины. При износе концов лопастей рабочих колес одновременно снижаются напор рабочего колеса $H_т$ и гидравлический к.п.д.

В реальной турбомашине лопасти рабочего колеса имеют толщину, поэтому происходит сужение выходного сечения рабочего колеса и уменьшение подачи напора на величину

$$\Delta Q_с = (1 - k_с) \cdot Q_Т, \tag{2.47}$$

где $k_с$ – коэффициент сужения на выходе колеса, $k_с = 0{,}9 - 0{,}98$:

$$k_с = \frac{(\pi \cdot D_2 \cdot b_2 - \delta \cdot z \cdot b_2)}{\pi \cdot D_2 \cdot b_2} = 1 - \frac{\delta \cdot z}{\pi \cdot D_2}, \tag{2.48}$$

где b_2 – ширина лопаток колеса на выходе; δ – толщина лопасти на выходе; D_2 – диаметр колеса на выходе.

Следовательно, $\Delta Q_с = \dfrac{z \cdot \delta}{\pi \cdot D_2} \cdot Q_Т$ или прямо пропорционально теоретической подаче $Q_т$.

Для нахождения напорной характеристики *IV* турбомашины с учетом сужения берем на кривой *III* (см. рис. 2.15) несколько произвольных точек и от них смещаемся влево параллельно оси абсцисс на соответствующую величину $\Delta Q_с$. После соединения всех точек плавной линией получим кривую *IV* [5].

Объемные утечки в турбомашине возникают вследствие наличия зазоров между подвижными и неподвижными частями, а также через разгрузочное устройство. Они обусловлены разностью давлений по обе стороны зазоров, которые исключают трение ротора турбомашины о неподвижные узлы.

Уменьшение утечек текучего через зазоры обеспечивают путем устройства различного рода уплотнений и лабиринтов на уплотнительном пояске переднего диска рабочего колеса.

Наличие щелевых (объемных) утечек $\Delta Q_{ут}$ приводит к тому, что кривая *IV* сместится в сторону меньших расходов (кривая *V*). Получен-

ная кривая *V* (*Q* – *H*) называется действительной напорной характеристикой турбомашины при заданном постоянном числе оборотов *n*.

При возрастании зазоров в уплотнении колес в процессе эксплуатации машины происходит увеличение объемных утечек и характеристика турбомашины еще больше смещается в сторону начала координат. Одновременно с этим снижаются объемный и общий к.п.д. турбомашины. Следовательно, в процессе эксплуатации машин необходимо контролировать утечки и общий к.п.д. турбомашины.

Механические потери не оказывают влияния на напорную характеристику турбомашины и не вызывают смещения кривой *Q* – *H*. Они складываются из потерь мощности от трения вала турбомашины в подшипниках, сальниках переднего и заднего дисков колеса о текучее.

Величина всех видов потерь в турбомашинах оценивается своим к.п.д. [5].

Гидравлический к.п.д.:

$$\eta_{\text{г}} = \frac{H}{H_{\text{т}}}, \tag{2.49}$$

где *H* – напор действительной турбомашины при отсутствии утечек (см. рис. 2.15, ордината 5 – 6), м; $H_{\text{т}}$ – напор турбомашины при конечном числе лопаток (см. рис. 2.15, ордината 1 – 2), м.

Объемный к.п.д.

$$\eta_{\text{об}} = \frac{Q}{Q + Q_{\text{ут}}}, \tag{2.50}$$

где *Q* – подача машины (см. рис. 2.15, абсцисса 4 – 5 кривой *V*); $Q_{\text{ут}}$ – утечка текучего в машине (см. рис. 2.15, отрезок абсциссы 3 – 5 между кривыми *IV* и *V*).

Механический к.п.д.

$$\eta_{\text{мех}} = \frac{N_{\text{в}} - (N_{\text{с}} + N_{\text{п}} + N_{\text{д.т.}})}{N_{\text{в}}}, \tag{2.51}$$

где $N_{\text{в}}$ – мощность на валу турбомашины; $N_{\text{с}}$ – мощность, расходуемая на трение в сальниках; $N_{\text{п}}$ – мощность, затрачиваемая на трение в подшипниках; $N_{\text{д.т.}}$ – мощность дискового трения.

Общий к.п.д. турбомашины определяется как произведение

$$\eta = \eta_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{об}} \cdot \eta_{\text{мех}}. \tag{2.52}$$

К.п.д. турбомашины меняется с производительностью ее и имеет максимум, которому отвечает нормальная (расчетная) производительность турбомашины $Q_н$. При отклонении подачи турбомашины от нормальной в обе стороны от нее происходит снижение к.п.д.

Действительные параметры центробежной турбомашины:

напор по формулам (2.45) – (2.48):

а) насоса

$$H = k_ц H_{T_\infty} \eta_г = k_ц \eta_г \frac{U_2 C_{2u_\infty}}{g} = k_ц \eta_г \varphi_2 \frac{U_2^2}{g}; \qquad (2.53)$$

б) вентилятора

$$h = k_ц \cdot \eta_г \cdot \rho \cdot U_2 \cdot C_{2u_\infty}. \qquad (2.54)$$

Подача (производительность) с учетом $k_ц$ и $\eta_{об}$

$$Q = k_с \cdot \eta_{об} \cdot \pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot C_{2r}. \qquad (2.55)$$

Мощность по формуле:

а) насоса

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{1000 \cdot \eta}; \qquad (2.56)$$

б) вентилятора

$$N = \frac{Q \cdot h}{102 \cdot \eta}, \qquad (2.57)$$

где H и h – напор насоса и вентилятора соответственно м. вод. ст. и мм вод. ст.

2.7. Действительные (индивидуальные) характеристики турбомашин

Действительная напорная характеристика турбомашины, полученная методом последовательного исключения потерь, значительно отличается от реальной напорной характеристики турбомашины как следствие взаимного влияния различных видов потерь друг на друга, так и изменения поправочных коэффициентов и к.п.д., величина которых колеблется в значительных пределах.

Расхождение между вышеназванными характеристиками оказывается тем больше, чем значительнее отклоняются фактическая подача и напор от расчетных.

Для оценки гидроаэродинамических и эксплуатационных качеств турбомашины необходимо кроме зависимости напора от подачи знать изменение мощности на валу и к.п.д.

Гидроаэродинамические и эксплуатационные качества машины определяются только опытным путем испытанием на стенде завода-изготовителя (после этого характеристика прилагается к паспорту машины) либо на месте ее установки.

При снятии опытной характеристики турбомашины производится изменение режима ее работы при постоянной скорости вращения машины путем изменения открытия и закрытия задвижки, установленной на нагнетательной линии. При этом необходимо произвести как можно больше замеров режима работы машины, так как особенно велик разброс данных замеров при изменении сопротивления на выходе турбомашины при переходе от закрытия задвижки к открытию и наоборот.

Результаты измерения расхода Q и напора H по приборам оформляются в виде опытной кривой $Q = f(H)$ (рис. 2.16).

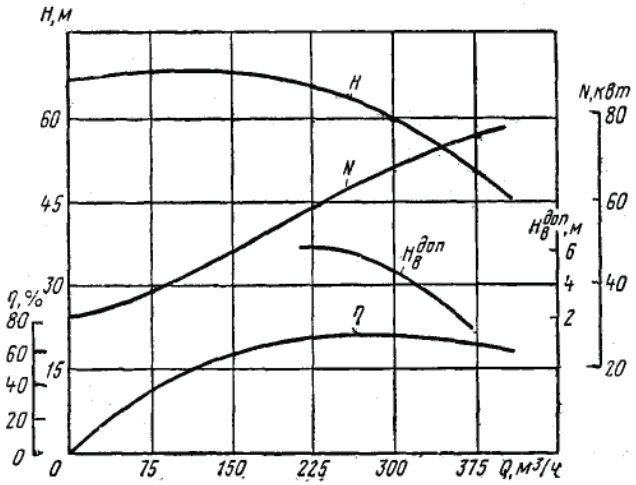


Рис. 2.16. Индивидуальная характеристика центробежного насоса ЦНС 300-120-600 при n = 1450 об/мин, D_2 = 230 мм

Одновременно с замером Q и H определяют мощность $N_в$, расходуемую на валу машины, и для насосов разрежение при входе $H_{вак}$. Далее откладываем значение $N_в$ на вертикалях, проходящих через соответствующие им подачи Q, и проводим плавную кривую так, чтобы отклонение всех точек относительно нее примерно было одинаковым.

Для каждой точки кривой $Q = f(H)$ находим полезную мощность на валу $N_в$, и по уравнению (2.56) вычисляем значение общего к.п.д. насоса.

Полученные расчеты к.п.д. наносят на график, и отдельные точки соединяют вместе плавной кривой $Q = f(\eta)$, дающей к.п.д. насоса η.

Совокупность этих трех кривых $Q = f(H)$, $Q = f(N_в)$ и $Q = f(\eta)$ при n = const называется рабочей характеристикой турбомашины для постоянного числа оборотов. Ее называют еще индивидуальной, так как она присуща только данной машине и никакой иной.

2.8. Типовые характеристики турбомашин

Каждая турбомашина имеет свою определенную, присущую только ей, индивидуальную характеристику для постоянного числа оборотов. Поэтому распространять эту характеристику на другие машины нельзя, если даже между ними имеется внешнее сходство.

Однако, если турбомашины будут подобны друг другу, то всем им будет присуща одна единая характеристика, которую называют безразмерной или типовой, так как она обезличена и непосредственно не связана ни с одной из машин.

Турбомашины называются типовыми или серийными, если они геометрически подобны друг другу (отношение элементов проточной части колеса постоянно, например, b_2/D_2, одинаковые углы наклона лопастей и т. д.), кинематически подобны (скоростные треугольники входа и выхода подобны, т. е. происходит пропорциональное изменение всех скоростей в одном отношении) и число Рейнольдса сохраняется в этих машинах неизменным или отклоняется не более чем в 3 раза [5].

$$\frac{C_{2_2}}{C_{2_1}} = \frac{W_{2_2}}{W_{2_1}} = \frac{C_{2_{2u}}}{C_{2_{1u}}} = \frac{C_{2r_2}}{C_{2r_1}}. \qquad (2.58)$$

Теоретический напор идеальной турбомашины, согласно формуле (2.40), можно представить в виде соотношения

$$H_{T_\infty} = \frac{U_2^2}{g}\left(1 + \frac{\mathrm{ctg}\beta_2}{\pi \cdot U_2 \cdot D_2^2 \cdot \varphi} \cdot Q_T\right) = \mu_\infty \cdot \frac{U_2^2}{g} \qquad (2.59)$$

или

$$\mu_\infty = \frac{g \cdot H_{T_\infty}}{U_2^2} = 1 + \frac{\mathrm{ctg}\beta_2 \cdot Q_T}{\pi \cdot \varphi \cdot U_2 \cdot D_2^2}, \qquad (2.60)$$

где φ – коэффициент, равный отношению ширины колеса на выходе к его диаметру, $\varphi = b_2/D_2$; μ_∞ – теоретический коэффициент напора при $z = \infty$. Достаточно в формулу (2.59) подставить значение входящих в нее величин, чтобы убедиться что μ_∞ является безразмерным коэффициентом, не зависящим от размеров машины и скорости ее вращения.

Обозначив в формуле (2.60) $\mathrm{ctg}\beta_2/\pi\cdot\varphi$ через B_1 и $Q/U_2\cdot D_2^2$ через ξ (соответственно B_1 – конструктивный параметр серии и ξ – типовая характеристика расхода турбомашины), получим

$$\mu_\infty = 1 + B_1 \cdot \xi. \qquad (2.61)$$

$$H = k_ц \cdot \eta_г \cdot \varphi_2 \cdot \frac{U_2^2}{g} = \mu \cdot \frac{U_2^2}{g} = \frac{\mu}{g} \cdot \left(\frac{\pi D_2 n}{60}\right)^2. \qquad (2.62)$$

$$\mu = k_ц \cdot \eta_г \cdot \varphi_2. \qquad (2.63)$$

В отдельности установить опытным путем каждый из этих коэффициентов затруднительно, но сравнительно просто найти их произведение μ, которое можно вычислить, измерив напор машины и число ее оборотов при данном диаметре рабочего колеса D_2. В этом случае безразмерный (типовой) коэффициент напора μ для насосов [5]

$$\mu = \frac{g \cdot H}{U_2^2}, \qquad (2.64)$$

а в случае вентиляторов, когда h дается в кг/м^2,

$$\mu = \frac{h}{\rho \cdot U_2^2}. \qquad (2.65)$$

$$Q = (4\pi k_c \eta_{об} \varphi_2 \psi tg\alpha_2) K_0 U_2 \left(\frac{D_2}{2}\right)^2 = \delta K_0 U_2 \left(\frac{D_2}{2}\right)^2, \qquad (2.66)$$

где ψ – коэффициент, равный отношению ширины колеса на выходе к его диаметру, $\psi = b_2 / D_2$.

Произведение коэффициентов, заключенное в скобки, является безразмерной величиной, одинаковой для типовых турбомашин на сходственных режимах и не зависящей от D_2 и U_2, называемой типовым коэффициентом подачи δ турбомашины. Отсюда типовой коэффициент подачи

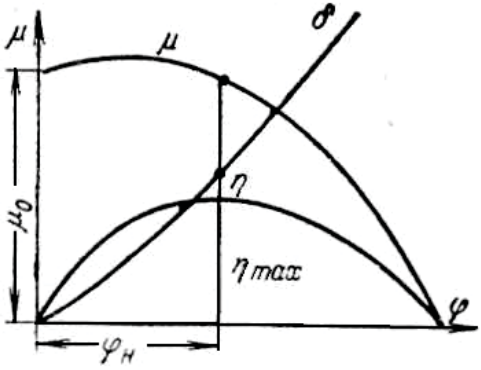


Рис. 2.17. Типовые характеристики турбомашины

$$\delta = \frac{Q}{K_0 \cdot U_2 \cdot (\frac{D_2}{2})^2}. \qquad (2.67)$$

Для связи параметров серийной турбомашины с внешней характеристикой сети акад. М. М. Федоров ввел безразмерный коэффициент отнесенного отверстия сети φ, численно равный отношению

$$\varphi = \frac{\delta}{\sqrt{\mu}}. \qquad (2.68)$$

Типовая характеристика турбомашины в прямоугольных координатах φ – μ, φ – δ и φ – η показана на рис. 2.17.

Располагая этой характеристикой и задаваясь желаемым значением к.п.д. машины, легко найти μ, δ или φ.

Для построения типовой характеристики необходимо по индивидуальной характеристике турбомашины (для соответствующих Q, H и η), используя формулы (2.62), (2.67) и (2.68), вычислить μ, δ и φ, а затем построить по точкам кривые $\varphi = f(\mu)$, $\varphi = f(\delta)$ *и* $\varphi = f(\eta)$.

2.9. Законы пропорциональности и универсальная характеристика турбомашин

Закономерность изменения напора, производительности и потребляемой мощности на валу одной и той же турбомашины (или разных турбомашин, образующих серию) от размеров рабочих колес и скорости вращения или того и другого одновременно называют законами пропорциональности. Они впервые были теоретически обоснованы акад. А. П. Германом [5].

Воспользовавшись формулами (2.62) и (2.67) и формулой мощности (2.12), можем написать для ряда турбомашин соотношения:

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{\mu_2 \cdot (n_2 \cdot D_2)^2}{\mu_1 \cdot (n_1 \cdot D_2')^2}; \tag{2.69}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\delta_2}{\delta_1} \cdot (\frac{n_2}{n_1}) \cdot (\frac{D_2}{D_2'})^3; \tag{2.70}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{Q_2 H_2 \eta_1}{Q_1 H_1 \eta_2} = \frac{\mu_2 \delta_2 \eta_1}{\mu_1 \delta_1 n_2} \cdot (\frac{n_2}{n_1})^3 \cdot (\frac{D_2}{D_2'})^5. \tag{2.71}$$

Для одной и той же турбомашины не меняются размеры рабочего колеса ($D_2 = D_2'$), остаются неизменными типовые коэффициенты ($\mu_2 = \mu_1$ и $\delta_2 = \delta_1$) и общий к.п.д. машины ($\eta_2 = \eta_1$). Поэтому законы пропорциональности получат следующую запись;

$$\frac{H_2}{H_1} = (\frac{n_2}{n_1})^2; \tag{2.72}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}; \tag{2.73}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = (\frac{n_2}{n_1})^3. \tag{2.74}$$

Следовательно, при изменении скорости вращения турбомашины ее подача, напор и мощность изменяются соответственно первой, второй и третьей степеням скорости вращения рабочих колес.

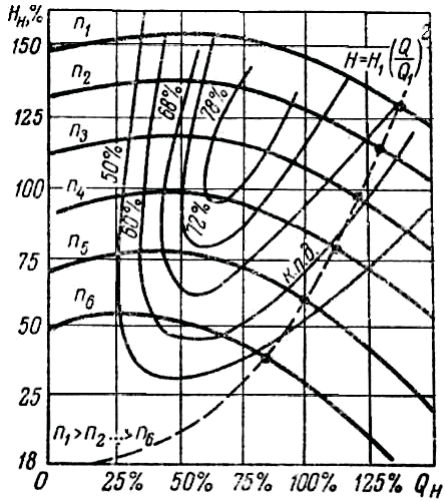


Рис. 2.18. Универсальная характеристика турбомашины

В этих формулах характеристика насоса $Q = f(H)$ остается по форме неизменной, но располагается выше основной характеристики при возрастании числа оборотов и, наоборот, смещается ниже основной характеристики при уменьшении числа оборотов, каждая точка которой при изменении числа оборотов перемещается по параболе $H_2=H_1\cdot(Q_2/Q_1)^2$ (рис. 2.18).

Ее уравнение получается в результате исключения из формул (2.72) и (2.73) значений чисел оборотов. Применительно к типовым турбомашинам формулы (2.69) – (2.71) примут вид:

$$\frac{H_2}{H_1} = (\frac{n_2}{n_1})^2 \cdot (\frac{D_2}{D_2'})^2; \tag{2.75}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1} \cdot (\frac{D_2}{D_2'})^3; \tag{2.76}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = (\frac{n_2}{n_1})^3 \cdot (\frac{D_2}{D_2'})^5. \tag{2.77}$$

Типовые коэффициенты напора ($\mu_2 = \mu_1$) и расхода ($\delta_2 = \delta_1$) остаются одинаковыми, так же как и к.п.д. машин.

В случае одинаковой скорости вращения в этих формулах отношение $n_2/n_1=1$ и они соответственно упрощаются.

Совокупность кривых зависимости напора H от подачи Q с кривыми равных значений к.п.д. для различных чисел оборотов (приведены на рис. 2.18) называются ***универсальной характеристикой турбомашины***. Она полностью отражает эксплуатационные свойства турбомашины при работе на данную сеть, если таковую построить в том же масштабе, который принят для Q и H.

Необходимо заметить, что полный к.п.д. турбомашины не остается постоянным при изменении чисел оборотов турбомашины, как это мы предполагали при выводе формул (2.74) и (2.77). Это вызвано увеличением относительной величины механических потерь в подшипниках, сальниках, изменение которых не оказывается пропорциональным кубу числа оборотов машины. Помимо этого, возрастание числа оборотов турбомашины может привести к снижению ее к.п.д. вследствие ухудшения условий всасывания текучего [5].

2.10. Быстроходность центробежных насосов

Для возможности сравнения между собой турбомашин, изготовленных для различных напоров и производительностей, широко используют понятие коэффициента быстроходности (удельного числа оборотов).

Удельным числом оборотов $n_{уд}$ называют число оборотов воображаемой турбомашины, геометрически подобной с сопоставляемой машиной, но имеющей такие размеры, что она при расходе $Q_{уд}$ создает напор $H_{уд}$.

Если из формул (2.75) и (2.76) исключить диаметры колес и решить их относительно числа оборотов $n_{уд}$, то получим

$$n_{уд} = n \cdot \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} \cdot \frac{H_{уд}^{3/4}}{Q_{уд}^{3/4}}. \qquad (2.78)$$

Величины $Q_{уд}$ и $H_{уд}$ для модельной (эталонной), одноколесной машины приняты следующими:

для насосов $Q_{уд}$ =0,075 м^3/с и $H_{уд}$ = 1 м вод. ст.;

для вентиляторов $Q_{уд}$ =1 м^3/с и $H_{уд}$ = 30 мм вод. ст.

После подстановки в формулу (2.78) значений $Q_{уд}$ и $H_{уд}$ получим удельные числа оборотов:

для насосов

$$n_{уд} = 3{,}65 \cdot n \cdot \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}; \qquad (2.79)$$

для вентиляторов

$$n_{уд} = 12{,}9 \cdot n \cdot \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}. \qquad (2.80)$$

Из формул (2.79) и (2.80) следует, что чем больше производительность и число оборотов машины и меньше напор, тем выше коэффициент быстроходности (удельное число оборотов). При этом в случае многоколесной машины вместо H подставляем напор одного колеса, а вместо Q – производительность колеса одностороннего входа. Для определения $n_{уд}$ машин с двусторонним входом текучего подставляют половину производительности колеса.

Типы рабочих колес и их характеристики показаны на рис. 2.19.

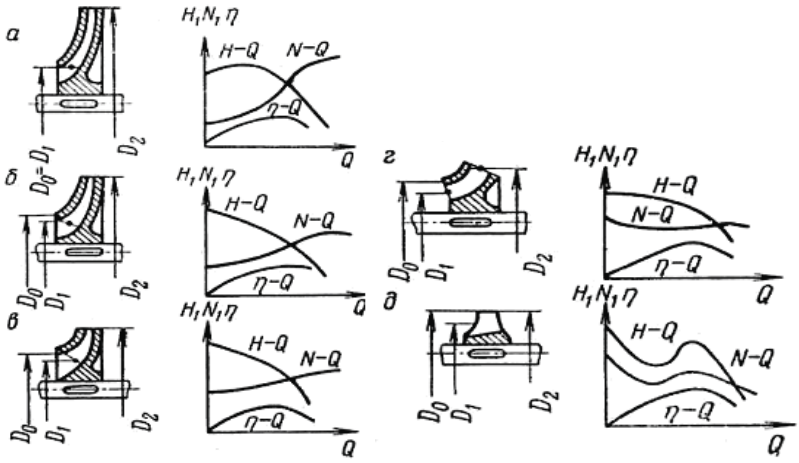


Рис. 2.19. Типы рабочих колес и их характеристики:
а – тихоходное колесо ($n_{уд}$ = 40 – 80; D_2 = 2,5; η = 0,72);
б – нормальное колесо ($n_{уд}$ = 80 – 150; D_2/D_1 = 2, η = 0,8);
в – быстроходное колесо ($n_{уд}$ =150- 300; D_2/D_1 = 1,8 – 1,4; η = 0,86);
г – диагональное колесо ($n_{уд}$ = 300 – 600; D_2/D_1 = 1,2 – 1,1);
д – осевое колесо ($n_{уд}$ = 600 – 1200; D_2/D_1 = 0,8)

В зависимости от величины $n_{уд}$ меняются форма рабочего колеса, его эксплуатационная характеристика и к.п.д., причем с ростом $n_{уд}$ возрастает к.п.д. машины, но уменьшаются ее габаритные размеры, вес, а в насосе еще и допустимая вакуумметрическая высота всасывания. Одновременно с этим возрастает мощность, потребляемая колесом при нулевой подаче (закрытой задвижке на нагнетании), и повышаются горбы и впадины на кривой $Q = f(H)$ [5].

Напорные характеристики по внешнему виду бывают с максимумом (горбатые) (рис. 2.19, *а*), крутые (рис. 2.19, *б, в*), пологие (рис. 2.19, *г*) и седлообразные (рис. 2.19, *д*).

Крутизна характеристики оценивается коэффициентом $k_ф$, %

$$k_ф = \frac{H_0 - H_н}{H_н} \cdot 100, \qquad (2.81)$$

где H_0 и $H_н$ – соответственно напор турбомашины при нулевой и нормальной подачах.

При пологой характеристике $k_ф$ = 8 – 12 %, при крутой 15 – 18 % и при горбатых $k_ф$ отрицателен.

Насосы, применяемые в горной промышленности, характеризуются небольшими производительностями, но высокими напорами, поэтому их быстроходность и к.п.д. невелики. Необходимость присасывания воды еще в большей степени снижает быстроходность насосов, так как их производительность теперь ограничивается требованием отсутствия кавитации при их работе. Создание высокоэкономичных насосов возможно путем снижения напоров на колесо и увеличения числа их с переходом от горизонтального расположения вала на вертикальное (чтобы исключить прогиб вала и задевание колес за направляющие аппараты) или за счет отказа от присасывания воды и получения высоких значений $n_{уд}$ (при небольших габаритах машин, при скорости вращения свыше 3000 об/мин).

При максимальном к.п.д. турбомашины имеют следующие значения коэффициента быстроходности: центробежные насосы главного водоотлива 65-100 об/мин, вентиляторы главного проветривания (центробежные) 40-80 об/мин, осевые 100-140 об/мин.

3. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ТУРБОМАШИН НА ВНЕШНЮЮ СЕТЬ

Совместная работа нескольких турбомашин требуется в тех случаях, когда при одиночной их работе на данную сеть не удается получить необходимых параметров. Если развиваемый напор оказывается недостаточным, то прибегают к последовательному включению двух или нескольких машин. Если же недостаточной оказывается производительность, включают в совместную одновременную работу две или несколько турбомашин, но уже параллельно [5].

При совместной последовательной работе турбомашин их соединяют так, чтобы текучее поступало во всас первой машины, а затем последовательно проходило через все машины и далее во внешнюю сеть. Подобная схема включения встречается при откачке воды из карьера или скважины.

При параллельной работе каждая турбомашина самостоятельно забирает текучее, а затем подает совместно со всеми машинами в одну сеть.

При совместной работе встречаются случаи размещения одинаковых и разных турбомашин в одном помещении или камере и на значительном расстоянии друг от друга.

Методику нахождения режима турбомашин при совместной их работе рассмотрим для всех вышеперечисленных способов.

3.1. Последовательная работа турбомашин, расположенных рядом и на значительном расстоянии друг от друга

Последовательная работа турбомашин с одинаковыми характеристиками, расположенными рядом. Режим последовательной работы двух и более турбомашин находится графическим путем как точка пересечения характеристики трубопровода и общей совместной характеристики насосов. Последняя определяется сложением напоров отдельных машин для одинаковых значений подач.

Последовательная работа двух турбомашин, расположенных на значительном расстоянии друг от друга. В практике эксплуатации водоотливных установок с центробежными насосами на карьерах и дренажных шахтах, при эксплуатации землесосов нередко приходится прибегать к последовательному включению машин, находящихся на значительном расстоянии друг от друга.

Для нахождения режима работы таких машин необходимо привести характеристику более удаленной турбомашины к точке подключения ближайшей турбомашины, далее к следующей и т. д. Оно состоит в вычитании из ординат характеристики машины ординат характеристики сети при одних и тех же подачах (результирующие ординаты заключены в промежутке между характеристиками машины и трубопровода).

На рис. 3.1 произведено нахождение режима работы последовательно включенных насосов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга.

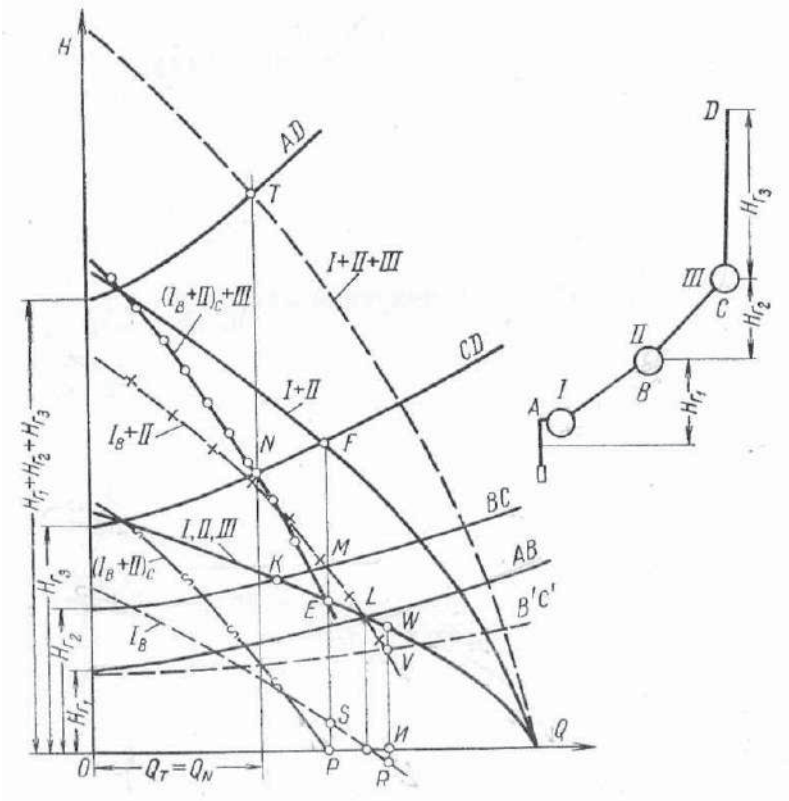


Рис. 3.1. Последовательная работа турбомашин, находящихся на значительном расстоянии друг от друга

Насос *I* подает воду по трубопроводу *AB* в насос *II*, поэтому приводим его в точку *B*, вычитая из ординат характеристики *I* ординаты характеристики сети *AB*; приведенная характеристика показана в виде кривой *I*в. Результирующая характеристика машины *II* и *1*в получена путем сложения их ординат для одних и тех же подач и представлена кривой *II* + *I*в.

Если бы работали только две машины и участка *CD* вместе с насосом *III* не было, то режим работы машин на сеть *BC* определялся точкой *M*. При независимой работе машин *I* и *II* на свои сети их режим был бы соответственно в точках *K* и *L*. Если бы обе машины располагались рядом, то их совместная характеристика будет *I+II*, а суммарная характеристика трубопровода – *CD*. Режим работы машин в этом случае на сеть *CD* окажется в точке *F*, при этом абсциссы точек *M* и *F* одинаковы и находятся на одной вертикали, т. е. суммарная подача машин не зависит от места размещения машин по нагнетательной линии. Все отличие вызвано только тем, что давление в нижней части трубопровода будет значительно выше (*PF*), в то время как в первом случае каждая машина развивала напор *EP*. Остаток давления первой машины на входе во вторую равен *PS*, т. е. вода подается под давлением и все точки *F*, *M*, *E*, *S, P* располагаются на одной вертикали.

В случае последовательной работы трех машин необходимо привести их к точке *C* или самостоятельно сложить отдельно характеристики машин и трубопроводов. В последнем случае режим работы машин окажется в точке *T*.

Суммируя (*I*в + *II*) с *III*, получаем их общую характеристику (*I*в + *II*)с + *III* и режим работы машин на сеть *CD* окажется в точке *N* (абсциссы точек *N* и *T* одинаковы).

В практике эксплуатации последовательно включенных насосов наблюдаются случаи, когда вместо давления в точке *B*, а в ряде случаев и в точке *C*, имеет место разрежение и, как следствие этого, неустойчивая работа машин. Последнее вызвано тем, что разрежение перед насосом превышает допустимое для данного типа машин и происходит срыв работы. Подобный случай возможен и в рассматриваемом нами случае, если предположить, что геометрическая высота участка *BC* равна не $H_{г2}$, а $H_{г1}$ и потери трубопровода значительно меньше, т. е. характеристика сети расположена положе *B'C»*. Режим работы машин *I* и *II* на сеть *B'C'* будет в точке *V*. Проведя через нее прямую, параллельную оси ординат, встречаем характеристику *I*в в точке *R*, а машин *I* и *II* в

точке *W*. Следовательно, при входе воды во второй насос возникает разрежение *IR*, а на выходе из насосов будут развиты напоры *IW*. Устойчивый режим будет создан только при прикрытии задвижек на трубопроводе *B'C'*.

В случае значительного превышения напора последовательно включенных машин при нулевой их подаче в сравнении с геометрической высотой установки нередко встречается перераспределение давлений по ступеням насоса и один из них на выходе даст вместо давления разрежение.

Режим последовательной работы машин с разными характеристиками в практике встречается довольно редко, а методика нахождения суммарной характеристики ничем не отличается от разобранной ранее.

Совместную работу нескольких последовательно включенных колес и их характеристику можно рассматривать аналогично характеристике одного колеса и все последующие рассмотрения в этом направлении провести применительно к работе отдельных колес.

Это тем более важно, что несоответствие числа колес в турбомашине геометрической высоте установки $H_г$ часто порождает неэкономичную работу турбомашин (насоса в особенности) [5].

3.2. Параллельная работа турбомашин, расположенных рядом и на значительном расстоянии друг от друга

Одинаковые турбомашины располагаются на незначительном расстоянии друг от друга.

Режим их совместной работы на сеть показан на рис. 3.2. Совмещаем характеристику первого насоса *I* с внешней сетью *KL*, построенных в одном масштабе, находим точку их пересечения *A*. Через нее проводим две прямые – одну параллельно оси абсцисс и другую оси ординат и определяем подачу машины Q_A, напор ее H_A, мощность на валу N_A и к.п.д. η_A.

Режим работы второй машины *II* тот же самый, так как ее характеристика идентична первой. В связи с недостаточной подачей воды одной машиной включаем их параллельно на прежнюю сеть *KL*. Для определения режима совместной работы найдем суммарную характеристику турбомашин путем сложения подач при равных напорах. В результате построений получаем суммарную характеристику машин *I +II*. Режим их работы на сеть *KL* характеризуется точкой *B*. Совместная по-

дача машин равна Q_B, а напор их H_B. Для нахождения подачи, к.п.д. и мощности каждой машины, через точку *B* проводим прямую, параллельную оси подач, до встречи с индивидуальной напорной характеристикой машин (точка *C*), а затем через нее проводим вертикальную прямую, пересечение которой с графиками *N=f(Q)* и *Q=f(η)* позволяет определить искомые величины *N* и η. В этом случае подача каждой машины при совместной работе будет (Q_C) несколько меньше, чем при одиночной работе машины на сеть *KL*. Напор же машин в этом режиме повысился и достиг величины H_B, т. е. стал больше, чем H_A, а мощность каждой машины достигла значения N_C.

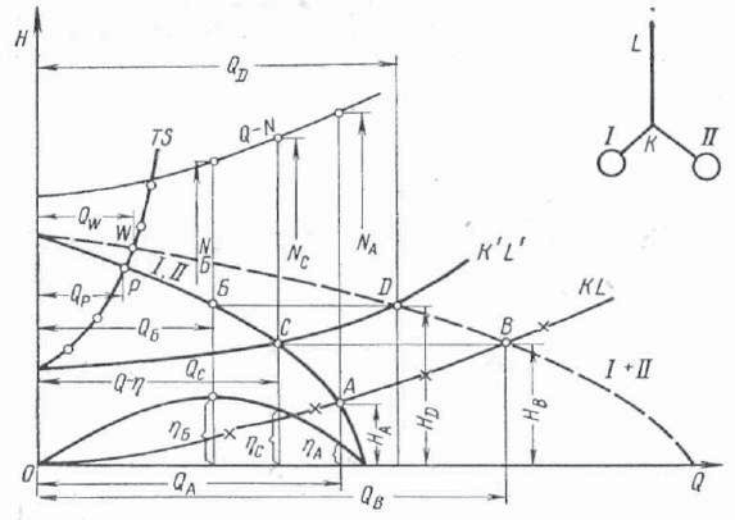


Рис. 3.2. Параллельная работа одинаковых турбомашин, расположенных рядом

В случае совместной работы насосов на внешнюю сеть с $H_Г$ режим их работы будет в точке *D*, подача составляет Q_D (находится ранее рассмотренным способом).

В случае возрастания сопротивления сети *K'L'* до *TS* эффективность совместной работы понизится до *Qw*, т. е. в еще большей степени, так как подача двух машин незначительно превышает подачу одной машины.

Следовательно, параллельная работа машин всегда менее выгодна, чем независимая откачка воды турбомашинами по своим трубопроводам.

Параллельная работа двух турбомашин, находящихся на значительном расстоянии друг от друга. Нахождение режима работы турбомашин, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, требует предварительного приведения этих машин к точке разветвления, как это делалось раньше, т. е. вычитанием из ординаты характеристики турбомашины ординаты характеристики сети при одних и тех же подачах. Последовательность решения видна на рис. 3.3.

Предположим, что характеристика первой турбомашины отлична от характеристики второй и работают они на сети с разными значениями H_{I}. В этом случае приведенная характеристика турбомашин будет I_B и II_B. В результате суммирования их получаем характеристику I_B+II_B. Режим работы этих машин на сеть BD характеризуется точкой K. Суммарная подача окажется Q_K и напор H_K.

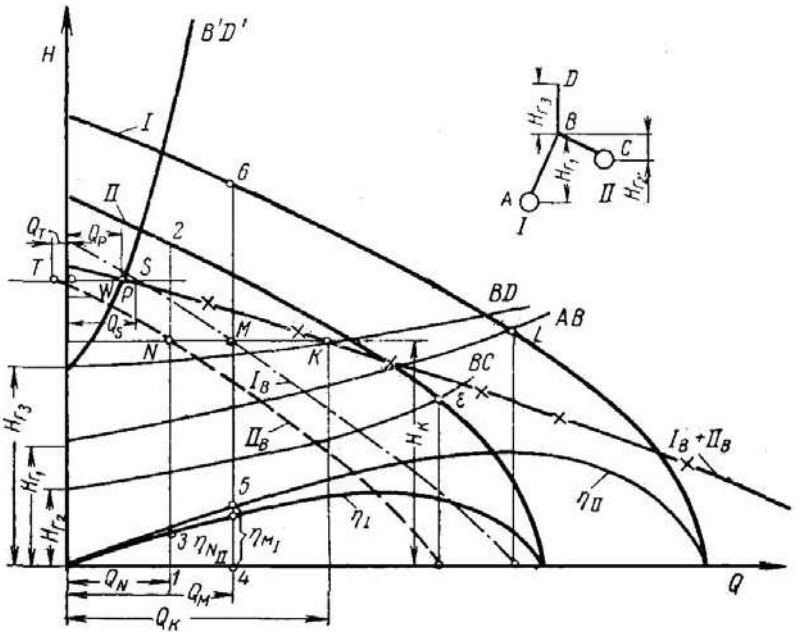


Рис. 3.3. Параллельная работа турбомашин, расположенных на значительном расстоянии друг от друга

Если проведем через точку *K* прямую, параллельную оси абсцисс, то точки встречи ее с характеристиками I_B и II_B дадут соответственно подачу первой Q_M и второй Q_N турбомашин при параллельной работе. Проведя через точки *N* и *M* вертикальные линии, найдем в точке *C* напор машины *1 – 2* и к.п.д. *1 – 3* и в точке *A* соответственно *4 – 6* и *5 – 4*.

В случае засорения трубопровода или прикрытия задвижки характеристика сети займет положение *B'D'*, и тогда режим работы машин I_B+II_B будет в точке *P*. Суммарная подача турбомашин равна Q_P (отрезок *WP*). В то время как первая машина подает в сеть текучего Qs(*WS*), вторая машина Q_T(на графике рис. 3.3 отрезок *WT*), т. е. пропустит обратно воду из сети через машину в приемный резервуар. Следовательно, совместная работа машин окажется невозможной.

Прежде чем решать вопрос о переходе на совместную работу нескольких турбомашин, необходимо произвести графическое решение данной задачи и только в случае положительного результата принять вариант совместной работы.

Для совместной работы лучше всего использовать машины с одинаковыми характеристиками.

4. ВОДООТЛИВНЫЕ УСТАНОВКИ

4.1. Назначение, классификация и область применения насосных установок на горных предприятиях

Водоотливные установки – это сложный комплекс горных выработок и электромеханического оборудования, которое состоит из насосов, двигателей, всасывающих и нагнетательных трубопроводов, пусковой аппаратуры автоматического управления для удаления воды и выдачи ее на поверхность (см. рис. 4.4.).

На горных предприятиях нашли наибольшее применение водоотливные установки, оборудованные центробежными насосами.

Классификация центробежных насосов обычно производится по признакам, приведенным ниже [5]:

1. По числу ступеней или рабочих колес – одноступенчатые и многоступенчатые.

2. По способу сбора и отвода воды после рабочего колеса – насосы с направляющими аппаратами и переводными каналами, насосы со спиральной камерой и коническим диффузором, насосы с кольцевым отводом, спиральной камерой и коническим диффузором.

3. По месту преобразования скоростного напора, выходящего из рабочего колеса насоса в статическое давление – в направляющем аппарате, кольцевом отводе-диффузоре и коническом диффузоре.

4. По числу всасывающих отверстий в рабочем колесе – с одно- или двусторонним всасыванием.

5. По расположению вала – горизонтальные и вертикальные.

6. По конструкции корпуса – цельнокорпусные, с разъемным корпусом и секционные. У разъемных насосов корпус имеет один разъем вдоль вала машины, у секционных корпус разделен на несколько одинаковых частей – секций, перпендикулярных валу машины. Все секции корпуса стягиваются вместе болтами.

7. По назначению – шахтные, скважинные, углесосы, грунтонасосы и т. п. Они изготовляются для откачки пресной и кислотной воды, для перекачивания чистых жидкостей и насыщенных различного рода механическими примесями, гидросмесей.

4.2. Технологические схемы стационарного водоотлива

Технологические схемы водоотлива определяются глубиной и числом разрабатываемых горизонтов, способом и порядком отработки месторождений. При отработке одного горизонта (рис. 4.1, ***а***) наиболее приемлемой является схема бесступенчатого водоотлива, когда вода собирается в водосборник главного водоотлива и насосы непосредственно откачивают ее на поверхность.

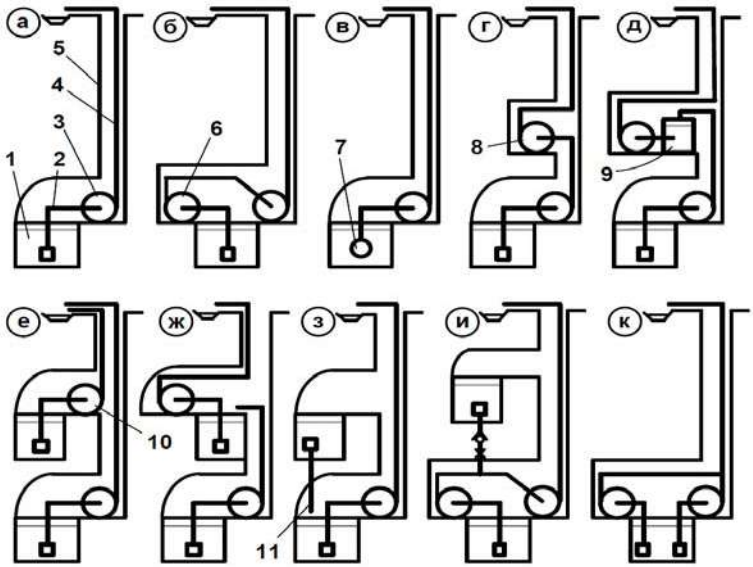


Рис. 4. 1. Схемы водоотлива при разработке одного и более горизонтов шахт:
а – одноступенчатая; ***б*** – одноступенчатая с двумя насосами, включенными последовательно; ***в*** – одноступенчатая с бустерным насосом; ***г*** – каскадная замкнутая; ***д*** – каскадная замкнутая с промежуточной емкостью;
е – раздельная; ***ж*** – каскадная разомкнутая; ***з*** – одноступенчатая с перепуском воды верхнего горизонта на нижний; ***и*** – одноступенчатая с перепуском воды верхнего горизонта в рассечку между основным и дополнительным насосом;
к – одноступенчатая, с параллельным включением насосов;
1 – приемный колодец; ***2*** – всасывающий трубопровод; ***3*** – насос;
4 – нагнетательный трубопровод; ***5*** – ствол; ***6*** – насос; ***7*** – бустерный насос;
8 – насос вышележащего горизонта; ***9*** – закрытый бак;
10 – насос вышележащего горизонта; ***11*** – перепускной трубопровод

При применении этой схемы уменьшается объем горных работ, требуемых для водоотлива, упрощается электромеханическое оборудование и понижается безопасность труда, но возрастает напор, растут капитальные затраты на изготовление насосов и арматуры высокого давления, увеличивается мощность двигателей. Тем не менее, эта схема является предпочтительной, поэтому стремятся увеличить возможную глубину бесступенчатого водоотлива созданием высоконапорных насосов.

Если напора одного насоса недостаточно, то применяют последовательную работу насосов (рис. 4.1, ***б***), устанавливаемых в одной камере, или используют ступенчатые схемы (рис. 4.1, ***г, д, е***, ***ж)*** с размещением насосов на разных горизонтах. При этом насосы могут быть включены без и с промежуточным водосборником.

Ступенчатая схема с промежуточным водосборником допускает меньшие давления, что повышает безопасность и надежность труда, но при этой схеме требуется сооружение и поддержание промежуточного водосборника, стоимость которого значительна.

При разработке двух и более горизонтов с самостоятельными притоками возможен бесступенчатый водоотлив отдельно с каждого горизонта (рис. 4.1, ***е***) или с перекачкой (рис. 4.1, ***г, д, ж, з, и***).

Выбор последних схем определяется водопритоками на отдельных горизонтах.

Например, если водопритоки верхних горизонтов велики, то рациональной является схема, показанная на рис. 4.1, ***ж***. Если водопритоки нижних горизонтов велики, то лучше использовать схемы рис. 4.1, ***з*** и рис. 4.1, ***и*** с перепуском воды с верхних горизонтов на нижний, при которой не требуется устанавливать мощные насосные станции на разных горизонтах. Напор воды с верхнего горизонта можно частично использовать (рис. 4.1, ***и***), если воду с этого горизонта подводить по трубам непосредственно к всасывающему тракту насосов.

В случае значительного удаления участка шахты от участковой или главной водоотливной установок вода на поверхность откачивается по трех ступенчатой схеме.

Прогрессивным направлением является применение бескамерного водоотлива, при котором не требуется специальная насосная камера и значительно упрощается водоотливное хозяйство шахт. При бескамерном водоотливе используются погружные насосы, например, типа ЭЦВ, устанавливаемые в трубных отделениях стволов и ниже уровня воды в водосборниках.

Выбор технологической схемы водоотлива осуществляется на основе технико-экономического сопоставления вариантов в зависимости от местных горно-геологических условий горного предприятия, последовательности отработки горизонтов и других факторов.

4.3. Насосные установки шахт, карьеров и обогатительных фабрик

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых, залегающих ниже уровня подземных вод, необходимо тем или иным способом снизить уровень подземных вод ниже подошвы карьера для обеспечения устойчивости бортов карьера и безопасной работы в нем. Осушение месторождения возможно организовать одним из трех способов [5]:

1) подземный способ (см. рис. 4.1) применяется в породах, плохо отдающих воду (глины, глинистые пески, мелкозернистые пески и т. п.).

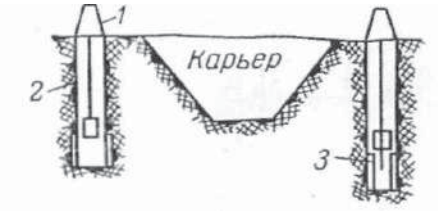


Рис. 4.2. Схема осушения скважинными установками

2) глубокое водоосушение с помощью скважинных насосных установок ***1*** (рис. 4.2), поднимающих воду с большой глубины на поверхность, можно применять при наличии пород, хорошо отдающих воду (крупнозернистые пески, галечники, трещиноватые известняки и т. п.). Водопонизительные скважины ***2*** оборудованные приемными фильтрами ***3*** для предупреждения выноса осушаемых пород, закладываются по периметру карьера в один или несколько рядов для преграждения притоков воды в карьер из окружающих пород. В тех случаях, когда подземные воды поступают в карьер только с одной стороны, то против этого места устанавливают заградительный дренаж из ряда скважин, располагаемых параллельными рядами с шахматным расположением скважин относительно соседних рядов.

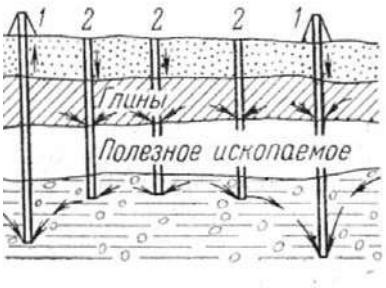


Рис. 4.3. Схема осушения глубокими скважинами
и поглощающими колодцами

Осушение карьера посредством глубоких вертикальных скважин с насосами делает ненужной проходку сложной сети дорогих подземных дренажных выработок, насосных камер и т. п. При непрерывной откачке воды из скважины создается депрессионная воронка вокруг них и снижается уровень воды в карьере до нужной отметки. По мере продвижения добычных работ часть скважин погашается, взамен их пробуривают новые скважины, а оборудование из первых переносят в последующие.

3) комбинированное осушение применяется на карьерах, у которых водонасыщенные породы изолированы породами с плохой водоотдачей (рис. 4.3*)*. Оно является комбинацией двух предыдущих способов, когда верхняя часть пород карьера осушается дренажными выработками, а остальная скважинными насосами ***1*** или осушение ведется глубинными скважинами с искусственным сбросом части воды из изолированных пластов через специальные скважины – поглощающие колодцы ***2***.

Поглощающие колодцы – это дополнительные скважины, пробуренные с поверхности и оборудованные фильтрами в местах прохождения через водоносный слой. Они предназначены для искусственной связи всех водоносных горизонтов между собой с перепуском воды через них в нижерасположенные породы с хорошей водопроницаемостью.

Из них скважинные насосы откачивают воду на земную поверхность.

Удаление атмосферных вод, выпадающих непосредственно в карьер, производят специальными горизонтальными насосами, установленными в карьере над водосборниками стационарно или на салазках, передвигая их вслед за перемещением забоев очистных работ и прохождения временных водосборников (отстойников). В одной их половине

происходит предварительное осветление воды от частиц породы, а в другой – сбор чистой воды и забор ее насосами.

В зависимости от протяженности карьера и его конфигурации в плане проходят один или несколько водосборников (отстойников) и в них вода направляется со всего карьера по специальным канавкам.

Составными частями водоотливных установок при осушении карьеров являются различные конструкции насосов с электроприводом, установленным в карьере, скважине или дренажной шахте, трубопроводы для забора и подъема воды, скважины того или иного назначения и фильтры к ним, дренажные канавы.

Для правильного выбора водоотливных средств по осушению карьера нужно знать величину притока воды, которая будет поступать в карьер как в процессе вскрыши (подготовки карьера), так и в период его эксплуатации, качество воды и насыщенность ее минеральными солями и примесями, сокращающими срок службы оборудования или закупоривающими проходные отверстия фильтров, приемных сеток насосов и т. д.

4.4. Шахтные насосы. Типаж, конструктивное исполнение

Главные шахтные насосные установки расположены в специальной насосной камере, вблизи околоствольного двора на свежей струе воздуха. По ПБ главные водоотливные установки и установки капитальных уклонов с притоком воды более 50 м^3/ч должны иметь не менее трех насосных агрегатов. Производительность каждого агрегата должна обеспечить откачку нормального суточного притока воды не более чем за 20 ч [6].

Насосные камеры. Насосы и аппаратура автоматизации водоотливных установок размещаются обычно в специальных горных выработках – насосных камерах. Насосная камера ***1*** наклонным ходком ***8*** соединяется с околоствольным двором и трубно-кабельным ходком ***4*** – со стволом ***5***, а с помощью труб с задвижками – с водосборником (рис. 4.4).

На рис. 4.4. представлена типовая технологическая схема главного водоотлива шахты (***а***) и план горных выработок (***б***):***1*** – насосная камера; ***2*** – водосборник; ***3*** – всасывающий колодец; ***4*** – трубный ходок; ***5*** – ствол; ***6*** – отстойник шахтных вод; ***7*** – подземная электроподстанция; ***8*** – ходок в околоствольный двор; ***9*** – насосы; ***10*** – трубопровод.

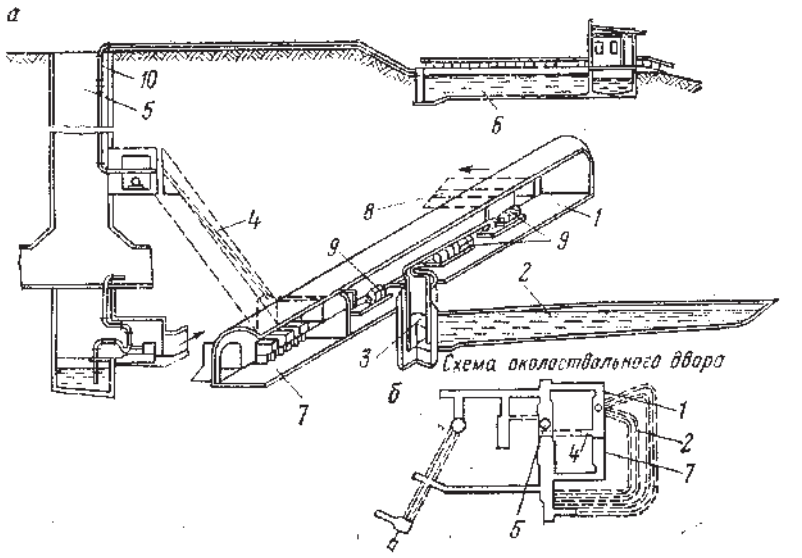


Рис. 4.4. Технологическая схема главного водоотлива шахты

Обычно насосная камера располагается на свежей струе в околоствольном дворе и примыкает к подземной подстанции. Размеры насосной камеры определяются числом и размерами применяемых насосных агрегатов, которых по правилам безопасности должно быть не менее трех (один в работе, один в резерве и один в ремонте). Устройство насосной камеры должно обеспечивать безопасную эксплуатацию оборудования, удобную его доставку и монтаж, а также свободный доступ при обслуживании насосных агрегатов. Для предотвращения затопления насосной камеры пол ее следует располагать на 0,5 м выше отметки околоствольного двора.

Для размещения всасывающих трубопроводов насосная камера оборудуется групповыми или индивидуальными колодцами ***3***, соединенными с водосборником ***2*** через приемный коллектор или непосредственно.

Насосные камеры могут располагаться выше и ниже уровня воды в водосборнике. В первом случае насосы имеют положительную, а во втором – отрицательную высоту всасывания, т. е. работают с подпором, что является благоприятным обстоятельством, так как исключает появление кавитации в насосах и необходимость их заливки. Однако недо-

статками камер, располагаемых ниже уровня воды в водосборнике (погружных), являются трудность обеспечения их герметичности (вода из водосборника попадает в камеру) и большие капитальные затраты. Насосные камеры в зависимости от местных условий, располагаются выше или ниже уровня воды в водосборнике [6].

Главная водоотливная установка шахты (рис. 4.5) должна иметь не менее двух водоотливных трубопроводов: один – рабочий, другой – резервный. Нагнетательный трубопровод из насосной камеры к стволу прокладывают по наклонному ходку ***4*** и соединяют со стволовым трубопроводом на высоте 12 – 15 м над отметкой околоствольного двора. Нагнетательные трубопроводы в насосной камере соединяют в кольцо и устанавливают задвижки так, чтобы каждый из насосных агрегатов мог работать на любой из трубопроводов.

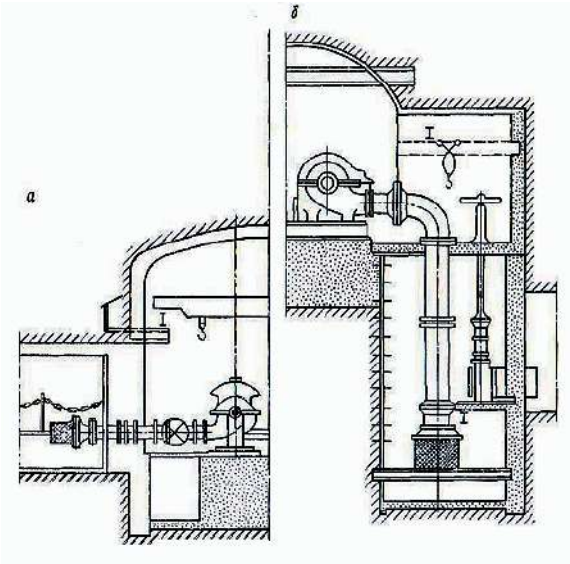


Рис. 4.5. Шахтные насосные станции:
а – заглубленная; ***б*** – нормального типа

Главные и участковые водоотливные установки должны иметь водосборники, состоящие из двух и более горных выработок. Вода по канавам поступает в крылья водосборника ***6***, откуда по каналу течет в коллектор и далее – во всасывающие (водосливные) колодцы *7*.

Всасывающие колодцы делают круглого сечения с диаметром 1 м и располагают не ближе 2 м от фундамента насосной установки. В стенки колодца заделывают скобы для удобного спуска в колодец.

Расположение насосных установок в камере

Насосная камера должна быть соединена с околоствольным двором двумя ходками с герметически закрывающимися дверями и наклонным ходком под углом 25 – 30^0 со стволом, на высоте не менее 7 м от уровня пола насосной камеры. По наклонному ходку выводятся в ствол трубы и кабели, а также осуществляется связь камеры с поверхностью при затоплении.

Заглубленные водоотливные установки, расположенные ниже уровня воды в водосборнике

Водоотливные установки с расположением ниже уровня воды в водосборнике широко используют в горнорудной промышленности в условиях притоков шахтных вод от 1000 до 20000 $м^3$/ч. Применяют три типа установок: заглубленные насосные камеры; установки с вертикальными насосами и с подкачивающим насосом.

К достоинствам установок относятся: надежность в работе; отсутствие сбросов нагрузки или подсосов воздуха во всасывающей системе насоса; значительная наработка на отказ сальниковых уплотнении при воздействии на них незначительного избыточного давления вместо вакуума. Расширяется область применения высокооборотных и спиральных насосов с высоким к.п.д. и малой высотой всасывания.

К недостаткам установок следует отнести большой объем проходки горных выработок во всем водоотливном комплексе, сложность строительства и монтажа оборудования.

При строительстве и эксплуатации заглубленных водоотливных установок необходимо руководствоваться положениями Ростехнадзора РФ [7].

Основные детали центробежных насосов

Рабочее колесо (рис. 4.6) образовано двумя стенками – дисками криволинейной формы (закрытое) и одной стенкой криволинейной формы (открытое), к которым прикреплены лопасти ***3,*** составляющие одно целое с его стенками. Лопасти колеса начинаются у входного отверстия и продолжаются до его наружного диаметра. Задний диск ***1*** в центральной части заканчивается утолщенной втулкой (ступицей) ***2,*** которая служит для закрепления колеса на валу [5].

Открытые колеса применяются при небольших напорах и перекачивании густых и загрязненных жидкостей. Роль переднего диска выпол-

няет стенка корпуса насоса. Изменяя расстояние между торцами лопастей и стенкой корпуса, регулируют производительность насоса.

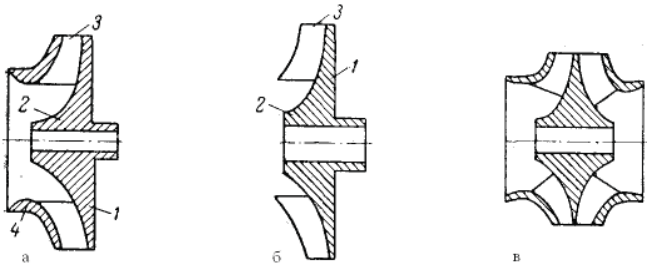


Рис. 4.6. Рабочие колеса закрытого типа:
а – с односторонним входом; ***б*** – с двусторонним входом; ***в*** – открытого типа;
1 – задний диск; ***2*** – втулка; ***3*** – лопасти; ***4*** – передний диск

Большинство центробежных насосов изготовляют с рабочими колесами закрытого типа. На наружной поверхности их переднего диска имеется кольцевой выступ для сведения до минимума объемных утечек в зазор между расточкой корпуса и наружной поверхностью этого кольцевого выступа.

В колесах с удельной быстроходностью до 100 лопастям придается цилиндрическая форма, а при большей быстроходности их выполняют в виде лопастей двоякой кривизны.

Рабочие колеса в большинстве случаев отливают из чугуна, стали, бронзы, капрона или других материалов, при этом для перекачивания кислотных вод они отливаются из хромистой или хромоникелевой стали.

Всасывающий подвод предназначен для обеспечения равномерного заполнения входа жидкости во всасывающие отверстия колеса с минимальными потерями давления. В случае неравномерного его заполнения в насосах с двусторонним входом появляется усилие вдоль оси колеса, стремящееся сместить колесо в этом направлении.

В настоящее время всасывающие подводы изготовляют в виде прямолинейного конического патрубка (рис. 4.7, ***а***), кольцевого подвода (рис. 4.7, ***б***) и полуспирального подвода (рис. 4.7, ***в***).

Конический патрубок обычно применяется в одноступенчатых консольных насосах.

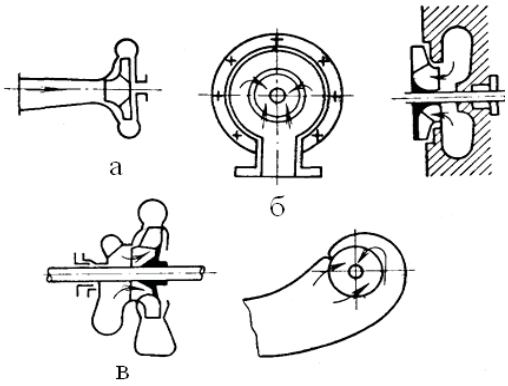


Рис. 4.7. Формы всасывающих подводов воды:
а – прямолинейный конический патрубок; ***б*** – кольцевой; ***в*** – полуспиральный

В кольцевом подводе равномерное заполнение нарушается за счет вращения потока перед колесом и вследствие этого вокруг вала образуется вихревая зона. Подобный подвод встречается только в насосах с разъемом в плоскости, перпендикулярной валу машины.

Для устранения вихревой зоны подвод воды осуществляют патрубками полуспирального типа, снабженными «языком». Он делит всасывающее отверстие как бы на две зоны. Половина всей жидкости поступает сразу в колесо, а вторая ее часть движется с постоянной скоростью вдоль спиральной камеры и вытекает тоже в колесо. Этот подвод применяется во всех многоступенчатых насосах со спиральным отводом воды после колеса и в одноколесных насосах с двусторонним всасыванием.

Вал насоса изготовляется из кованой мартеновской или нержавеющей стали. Рабочие колеса на нем закрепляются либо на резьбе, либо на шпонках, а весь ротор в единое целое стягивается с помощью двух гаек на его концах. Между рабочими колесами устанавливаются дистанционные втулки. Они упираются в торец втулок рабочих колес. Для обеспечения спокойного хода и безопасного перехода через критическое число оборотов ротора насоса подвергается статической и динамической балансировкам.

Сальники устанавливаются в пространство между кожухом и валом для герметизации места его выхода. В качестве набивки применяют пеньку, хлопок, бумажную пряжу, пропитанные салом вместе с графитом.

Подшипники насоса служат для поддержания ротора насоса в рабочем положении и обеспечения его беспрепятственного вращения. В большинстве случаев центробежные насосы имеют подшипники скольжения с чугунными вкладышами с баббитовой заливкой и жидкостной смазкой либо шариковые или роликовые подшипники с жидкой или густой смазкой.

В ряде скважинных насосов применяют подшипники с водяной смазкой – резиновые, пластиковые, текстолитовые и из других материалов.

Аппараты для отвода воды из рабочего колеса. В связи с тем, что скорость движения воды в трубопроводе обычно значительно меньше скорости на выходе из колеса, излишек кинетической энергии в насосах преобразовывают в давление (статический напор) в специальных аппаратах, устанавливаемых сразу же после рабочего колеса. В качестве таких аппаратов применяют спиральный корпус, конический диффузор, кольцевой диффузор, направляющий аппарат.

В таких аппаратах жидкость, покидая рабочее колесо ***1*** (рис. 4.8, ***а***), сразу же поступает в спиральную камеру ***2***. В этой схеме преобразование динамического напора в статический связано с большими потерями энергии, поэтому в современных конструкциях насосов спираль играет только роль резервуара для сбора и отвода воды и скорость в ней всюду остается постоянной. Преобразование скорости в давление с незначительными потерями в настоящее время осуществляют в прямолинейном коническом диффузоре ***3*** за насосом. Если между спиральной камерой ***2*** и колесом ***1*** расположить кольцевой диффузор ***4,*** охватывающий рабочее колесо по внешней окружности, то в нем скорость движения воды по мере прохождения через кожух будет постепенно понижаться, так как площадь его вдоль радиуса возрастает от входа к выходу. Потери на преобразование динамического напора в статический в рассматриваемой схеме (рис. 4.8, ***б***) будут меньше, чем в предыдущей схеме.

Вместо кольцевого диффузора в рудничных насосах широко применяют диффузоры с направляющими лопатками, показанные на рис. 4.8, ***в***. Направляющий аппарат ***5*** состоит из ряда неподвижных лопаток, образующих между собой каналы, имеющие форму, соответствующую действительному направлению воды, выбрасываемой из вращающегося рабочего колеса.

Корпус насоса отливается из чугуна при давлении до 40 ат и из стали при больших давлениях.

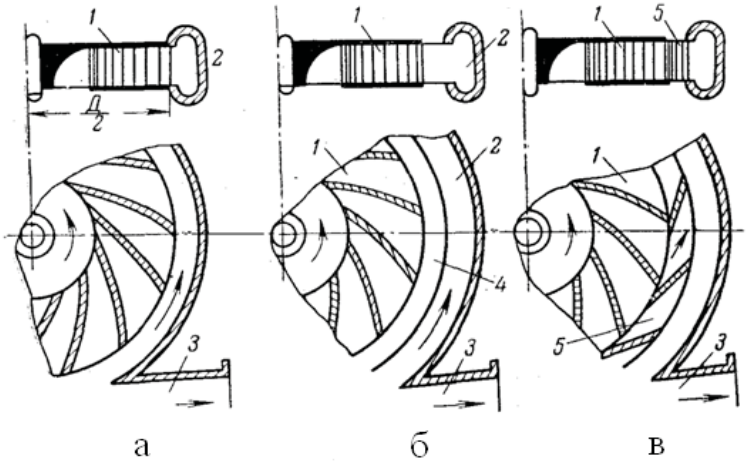


Рис. 4.8. Аппараты для отвода воды из рабочего колеса:
а – спиральный кожух и конический диффузор; ***б*** – кольцевой диффузор и спиральный отвод; ***в*** – направляющий аппарат и спиральный кожух;
1 – рабочее колесо; ***2*** – спиральная камера; ***3*** – конический диффузор;
4 – кольцевой диффузор; ***5*** – направляющий аппарат; ***6*** – переводной канал

Корпус насоса с разъемом в плоскости, перпендикулярной оси насоса, состоит из отдельных секций, которые скрепляются вместе стяжными болтами. В случае разъема корпуса по оси можно удалить целиком ротор насоса без разборки трубопроводов как со стороны всасывания, так и нагнетания. Для подключения измерительных приборов (манометра, вакуумметра, воздушных кранов) в корпусе имеются отверстия с резьбой.

4.5. Силы, действующие на рабочее колесо насоса и способы их регулирования

При работе центробежного насоса с односторонним входом воды в колеса возникает усилие, стремящееся сместить вал насоса с закрепленными на нем колесами в сторону всасывания (противоположное направление входа жидкости в колесо). Это усилие направлено по оси машины и поэтому называется осевым. Смещение ротора насоса при-

вело бы к несовпадению каналов рабочих колес с лопаточными отводами (направляющими аппаратами), появлению ударов воды о них и снижению к.п.д. насоса [8].

Появление осевого усилия обусловлено тем, что вода, покидая рабочее колесо, проникает в камеры ***1*** и ***2*** (рис. 4.9), расположенные по обе стороны колеса, оказывает одинаковое давление на единицу площади переднего ***3*** и заднего ***4*** дисков. Площадь же заднего диска больше площади переднего на величину входной площади в колесо, следовательно, и усилие справа налево больше, чем слева направо, и колесо стремится влево, в сторону всасывания. Такое направление и соотношение действия оси наблюдается лишь при нормальном состоянии уплотнений каждой камеры ***1*** и ***2***. Фактически давление в этих камерах не остается постоянным в направлении от наружного диаметра колеса к его оси, а изменяется по параболическому закону вследствие вращения жидкости в этих камерах со скоростью, приблизительно равной половине угловой скорости вращения колеса.

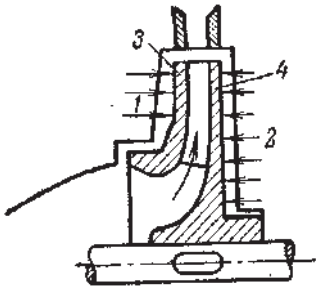


Рис. 4.9. Схема действия осевого усилия:
1 и ***2*** – камеры; ***3*** и ***4*** – передний и задний диски колеса

При износе переднего уплотнения колеса вода будет свободно протекать в камере ***1***, давление на единицу площади в ней уменьшается, а усилие направо сократится, усилие же справа налево останется без изменений, в результате чего осевое усилие возрастет в несколько раз. При утечках из камеры ***2*** осевое усилие может начать действовать в обратную сторону.

Характер изменения осевого усилия в насосе при нормальных и изношенных уплотнениях показан на рис. 4.10.

В насосах с симметричным расположением колес или колесах с двусторонним подводом воды при износе уплотнений осевое усилие возрастает в 6 – 7 раз (в сравнении с нормальным состоянием уплотнений), в результате чего упорный подшипник насоса или разгрузочное устройство могут быть раздавлены.

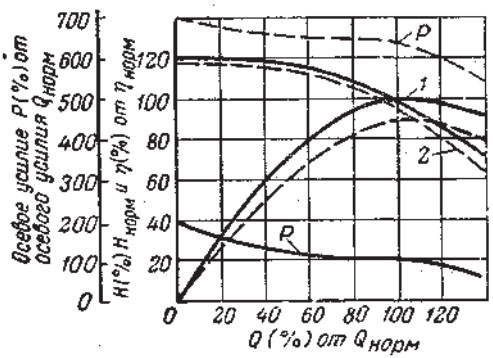


Рис. 4.10. Характер изменения осевого усилия в насосе:
1 – нормальный; ***2*** – большой зазоры

Уравновешивание осевого усилия в насосах можно осуществить:

1) применением колес с двусторонним подводом воды (рис. 4.11, *а*), симметричным расположением колес (рис. 4.11, *в)* или насосов (рис. 4.12, *е*). Уравновешивание нарушается при износе уплотнений;

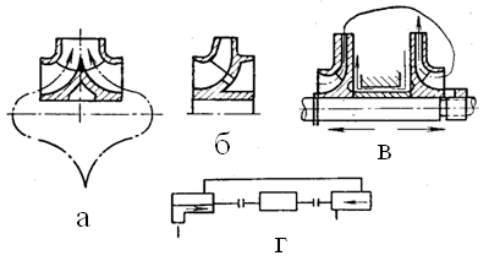


Рис. 4.11. Схемы уравновешивания осевых усилий

2) применением колес с двусторонними уплотнительными кольцами (рис. 4.11, *б*). В заднем диске колеса сверлится несколько отверстий, которые соединяют пространство за диском с пространством перед диском. Этот способ применяется в скважинных насосах и др. Площади дисков и давления выше уплотнительных колец одинаковы по обе стороны колеса, по этому осевое усилие равно нулю. При износе уплотнений нарушится уравновешивание осевого усилия и колесо стремится смещаться в сторону изношенного уплотнения;

3) применением для многоступенчатых секционных насосов разгрузочных устройств в виде диска или шайбы, устанавливаемых на валу *1* насоса на шпонке за последним колесом перед нагнетательным сальником (рис. 4.12).

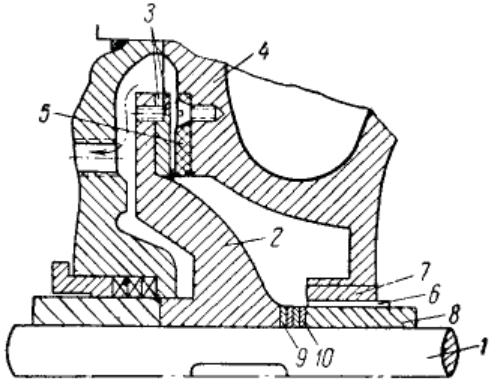


Рис. 4.12. Разгрузочное устройство насосов:
1 – вал насоса; ***2*** – разгрузочный диск; ***3*** – чугунное кольцо;
4 – нагнетательная крышка; ***5*** – кольцо разгрузки из сплава СС;
6 – кольцевое пространство; ***7*** – стальная дистанционная втулка;
8 – чугунная втулка разгрузки; ***9*** и ***10*** – регулировочные кольца

Вода из нагнетательной крышки проходит через кольцевой зазор ***6*** между втулками ***7*** и ***8,*** оказывая давление на внутреннюю сторону разгрузочного диска ***2;*** по другую сторону этого диска действует атмосферное давление. В результате осевого усилия диск ***2*** со сменным кольцом ***3*** стремится прижаться к кольцу ***5***, а под действием давления воды на выходе из последнего колеса он смещается вместе с валом насоса и рабочими колесами в противоположную сторону, увеличивая зазор между кольцами ***3*** и ***5,*** через который вода вытекает наружу. Вследствие движения воды давление ее на диск ***2*** несколько уменьшится, и диск приблизится к кольцу ***5*** настолько, пока не наступит уравновешивание осевого давления.

При работе насоса на загрязненных водах произойдет быстрое увеличение кольцевого зазора, а также изнашивание колец ***5*** и ***3,*** в результате чего разгрузочное устройство начнет работать неудовлетворитель-

но и через него пройдет большое количество воды (свыше 1 – 3 % нормальной производительности насоса).

При износе колец ***3*** и ***5*** разгрузочное усилие окажется меньше и ротор насоса сместится в сторону всасывания и передние диски рабочих колес начнут тереться о секции насоса, что обнаруживается по перегрузке двигателя и большому осевому смещению (более 2 мм). Наладка устройства разгрузки сведется к удалению колец ***9*** и ***10***, восстановлению нормального разбега ротора насоса.

При увеличении кольцевого зазора ***6*** в камеру разгрузки будет протекать много воды, давление в ней возрастает и ротор сместится в сторону нагнетания.

В этом случае необходимо заменить втулки **7** и ***8*** или временно установить дополнительное кольцо ***9***. Наличие этого устройства разгрузки в значительной степени снижает надежность эксплуатации насоса при работе на загрязненной воде, так как осевые усилия достигают 20 т и более, а срок службы колец ***3*** и ***5*** и втулок *7* и ***8*** значительно уменьшается в сравнении с нормальным;

4) механическим уравновешиванием осевого давления с помощью упорных шарикоподшипников или обыкновенных пят.

4.6. Кавитация в насосах и допустимая высота всасывания

В зависимости от расположения входного отверстия рабочего колеса насоса относительно уровня воды в приемном резервуаре различают положительную или отрицательную геометрическую высоту всасывания.

Положительной геометрической высотой всасывания горизонтальных насосов, расположенных над уровнем воды в приемном резервуаре или колодце, называют расстояние по вертикали от нижнего уровня воды в приемном колодце до оси насоса.

Положительной геометрической высотой всасывания вертикального насоса с лопаточным отводом называют расстояние по вертикали от нижнего уровня воды в приемном колодце до середины входных кромок лопастей рабочего колеса.

Отрицательной геометрической высотой всасывания вертикальных насосов, расположенных ниже уровня воды в приемном колодце или водосборнике, называют расстояние по вертикали от минимального уровня воды до середины входных кромок лопастей у насосов с лопаточным и до горизонтальной оси в насосах со спиральными отводами.

В горизонтальных насосах эта высота равна глубине погружения оси насоса относительно минимального уровня воды в водосборнике.

В процессе откачки воды высота всасывания изменяется вместе с движением зеркала воды в приемном резервуаре.

В горной практике применяются насосы, как с положительной, так и с отрицательной высотой всасывания, причем предпочтение нужно отдавать вторым, как обеспечивающим высокую надежность работы установки и простую схему ее автоматизации.

При вращении рабочего колеса центробежного насоса, расположенного над зеркалом воды, создается разрежение у входа в него.

$$\frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} - \left(H_{\text{вс}} + \Delta H_{\text{вс}} + \frac{v_{\text{вс}}^2}{2g} \right) = \frac{P_A}{\gamma} - H_{\text{вак}} \ . \qquad (4.1)$$

Выражение, заключенное в скобки, называют вакуумметрической высотой всасывания $H_{\text{вак}}$.

Очень важно помнить, что геометрическая высота всасывания $H_{\text{вс}}$ всегда меньше $H_{\text{вак}}$ на величину потерь, и путать их друг с другом ни в коем случае нельзя.

Для действующей насосной установки величина $H_{\text{вс}}$ вполне определенная, поэтому с ростом загрязненности μ всасывающего трубопровода произойдет сокращение подачи насоса.

Переключение насоса на новую внешнюю сеть с меньшим $H_{\text{г}}$, но с сохранением прежнего превышения оси насоса над зеркалом воды ($H_{\text{вс}}$ не меняется), подача насоса возрастет и одновременно должно уменьшиться $H_{\text{вс}}$. Однако $H_{\text{вс}}$ измениться не может, и как следствие этого либо автоматически произойдет снижение производительности насоса, либо насос перестанет подавать воду.

Допустимая геометрическая высота всасывания центробежного насоса $H_{\text{вс}}$ сокращается с ростом скорости его вращения и в определенных условиях может стать даже отрицательной, тогда насос должен получать воду с подпором.

Максимальная вакуумметрическая высота всасывания насоса определяется из формулы (4.2).

$$H_{\text{вак}}^{\max} = \frac{P_A}{\gamma} - \frac{P}{\gamma} - 10\left(\frac{n\sqrt{Q}}{C_{\text{кр}}} \right)^{4/3}, \qquad (4.2)$$

а допустимая принимается на 15 – 20 % меньше, т. е.

$$H_{\text{вак}}^{\text{доп}} = (0{,}85 \div 0{,}80) \cdot H_{\text{вак}}^{\max} . \qquad (4.3)$$

Повышение допустимой высоты всасывания $H_{вс}^{доп}$ достигается при уменьшении потерь во всасывающем трубопроводе за счет увеличения его диаметра, сокращения до минимума длины и всякого рода местных сопротивлений (колена, тройников, переходов и т. д.), а также при должном надзоре за герметичностью и чистотой трубопровода.

Современное развитие насосостроения предусматривает применение центробежных насосов со все возрастающим числом оборотов (большей степенью быстроходности), что объясняется экономическими соображениями (сокращением веса агрегата, его габаритов, высоты всасывания и стоимости эксплуатационных затрат, повышением к.п.д.). При этом работа быстроходных насосов на загрязненной воде неизбежно сопровождается более быстрым их износом и увеличением числа ремонтов [9].

Давление P/γ должно быть больше упругости H_t растворенных в воде водяных паров при данной температуре откачиваемой воды, иначе произойдет вскипание их, а в потоке воды образуются полости, заполненные паром и выделяющимися из воды газами, отрывающими поток воды от стенок колеса. При движении воды в колесе пузырьки пара попадают с потоком в область больших давлений, дробятся на еще более мелкие, в которых пар мгновенно конденсируется, в результате чего в образовавшиеся пустоты с колоссальной скоростью устремляется вода, развивая динамическое давление до 1000 ат. Этот процесс называют **кавитацией.**

Если сжатие паровоздушного пузырька произойдет у поверхности стенки или лопасти колеса, получится своеобразный взрыв и в металле образуется микроскопическая каверна, защитная пленка металла будет сбита и наступит химическая коррозия металла растворенными в воде газами.

Возникновение кавитации может быть вызвано большой высотой всасывания, значительным сопротивлением во всасывающем трубопроводе или работой насоса с большой подачей воды; при прочих равных условиях кавитация в насосах, откачивающих загрязненную воду, наступает значительно раньше, чем работающих на чистой воде. Механические примеси являются своеобразным центром сбора растворенных в воде газов и паров, и чем этих частиц больше, тем больше газообразных пузырей.

Кроме разрушения колес работа насоса при сильно развитой кавитации сопровождается шумом и треском, а иногда сотрясениями всей машины, быстрым износом уплотнений, плохой работой сальников, сокращением производительности и напора насоса, заеданием вращающихся деталей ротора насоса и поломкой вала. Срыву работы насоса при кавитации обычно предшествует быстрое уменьшение производительности и напора насоса.

Для предупреждения кавитации в насосе необходимо обратить особое внимание на правильный выбор всасывающего трубопровода и установку насоса над зеркалом воды $H_{вс}$, исходя из условий допускаемой вакуумметрической высоты всасывания $H_{вак}^{доп}$, указываемой на эксплуатационной характеристике насоса.

Предельная вакуумметрическая высота всасывания может быть определена по формуле (4.4), если Δh представить как функцию от напора $H_к$ колеса.

$$H_{вак}^{доп} = \frac{P_A}{\gamma} - H_t - \sigma \cdot H_к \,, \qquad (4.4)$$

где σ – коэффициент кавитации (определяется в зависимости от удельной быстроходности колеса).

Удельное число оборотов $n_{уд}$	80	100	200	300
Коэффициент кавитации s	0,04	0,08	0,10	0,17

Максимально возможная геометрическая высота всасывания $H_{вс\,max}$ должна быть меньше $H_{вак}^{доп}$ на величину потерь и скоростного напора во всасывающем трубопроводе, и при ориентировочном подсчете может быть определена из неравенства, м,

$$H_{вс_{max}} \langle H_{вак}^{доп} - (2 \div 3) \,. \qquad (4.5)$$

Для насосов со скоростью вращения вала до 1450 об/мин нужно вычислять меньшее значение, а при скорости вращения 2950 об/мин – большее значение.

Как показывают опыт эксплуатации, а также результаты многих испытаний действующих водоотливных установок на шахтах и карьерах, фактическая вакуумметрическая высота всасывания значительно превышает допустимую заводами-изготовителями, вследствие завышенной высоты всасывания насоса $H_{вс}$ и больших потерь в приемном клапане и

всасывающем трубопроводе, в результате чего производительность насоса снижается на 30 %, а напор и к.п.д. на 15 – 25 % в сравнении с заводскими данными [9].

Очень часто в горной практике для компенсации снижения производительности и напора Q и H прибегают к установке дополнительных рабочих колес. В этих условиях скорость входа воды $v_{вс}$ возрастает и, следовательно, вакуумметрическая высота всасывания увеличивается еще более. Вследствие этого в насосе происходит перераспределение давлений между ступенями и, как результат этого, появление частичной кавитации в первой или второй его ступенях. Увеличение радиального зазора в уплотнениях колес может вызвать также наступление кавитации в насосе при сравнительно небольшой его производительности.

Для сокращения потерь на трение во всасывающем трубопроводе необходимо, чтобы скорость движения воды в нем была около 1,5 м/с. Трубопровод прокладывается с подъемом в сторону насоса, чтобы исключить образование в нем воздушных мешков, уменьшающих живое сечение трубы и вызывающих возрастание скорости течения и $H_{вак}$.

Наибольшая потеря напора во всасывающем трубопроводе обусловлена, главным образом, неправильным выбором всасывающего клапана с сеткой, потери в котором достигают 2 – 3 м и более, превышая нормальные потери в четыре раза.

В нормальном клапане площадь проходного сечения должна быть не менее двукратной, а суммарная площадь отверстий в сетке – не менее четырехкратной площади сечения всасывающей трубы. В этом случае даже частичное засорение сетки не сопровождается значительным отклонением потерь от нормы.

Разрушающее действие кавитации ослабляется при изготовлении деталей насоса из высокохромистых нержавеющих сталей или бронзы, при наплавке на детали из углеродистых сталей твердых сплавов, а также за счет тщательной обработки рабочих поверхностей насоса и предварительного осветления воды от абразивных примесей.

4.7. Влияние износа элементов проточной части центробежных секционных насосов на режимы их работы

При эксплуатации водоотливных установок, откачивающих загрязненную воду из карьеров, угольных разрезов, шахт, подземных рудни-

ков, обогатительных фабрик и других горных предприятий приходится встречаться главным образом с абразивным изнашиванием насосов, так как при откачивании вод в них всегда содержатся во взвешенном состоянии нерастворимые твердые, минеральные частицы (шлам), что приводит к износу элементов проточной части центробежных насосов и их уплотнительных устройств, сопровождающемуся увеличением зазоров и объемных утечек через них, что приводит к снижению подачи, напора, к.п.д. насосов и значительному перерасходу электроэнергии при их работе на внешнюю сеть [10, 11].

В результате проведенного анализа литературных источников по вопросам водоотлива горных производств рекомендуется борьбу с абразивным изнашиванием насосного оборудования производить следующим образом:

1) обеспечение условий работы насосов соответствующих требованиям их заводов – изготовителей;

2) изготовление элементов насоса из материалов, обладающих повышенной износостойкостью, включая современные полимерные, углепластиковые, стеклопластиковые и другие композитные материалы;

3) применение раздельных схем подачи абразивных и осветленных вод в нагнетательный трубопровод.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что продуктивная эксплуатация водоотливного оборудования, удлинение его срока службы при длительном сохранении им КПД, имеет место лишь при знании закономерностей износа или возможностей количественной оценки потери массы элементами насосов от абразивных сред, транспортируемых в воде на поверхность, что позволит применять эффективные способы защиты водоотливного оборудования от абразивного износа.

С целью проверки интенсивности абразивного изнашивания и определения фактических режимов работы насосов ЦНСК 300-360 было проведено их экспериментальное исследование. Закономерности абразивного износа элементов насосов ЦНСК 300-360 и режимы их работы проверялись в условиях Узельгинского подземного рудника (УзПР) ОАО УГОК, в насосной камере главного водоотлива горизонта – 640 м.

Для определения распределения износа элементов насосов и режимов их работы в зависимости от наработки в часах машинного времени исследовали работу насосов, производя определение их подач и развиваемых напоров с последующей их разборкой и взвешиванием деталей

проточной части. Результаты проведенного исследования приведены в табл. 4.1 и табл. 4.2 [11].

Таблица 4.1

Потери массы элементов проточной части насосов ЦНС(К) 300-360, УзПР ОАО «УГОК», в абсолютных и относительных единицах

Наработка насоса, час.	Потеря массы элементами насоса, кг и %											
	Аппарат направляющий.	Крышка нагнетания	Корпус направляющего аппарата	Рубашка вала	Крышка всасывания	Колесо рабочее 1	Колесо рабочее 2	Колесо рабочее 3	Колесо рабочее 4	Колесо рабочее 5	Колесо рабочее 6	Кольцо направляющего аппарата
0	29	291	87	8,9	310	23	20,45	20,45	20,45	20,45	19	27
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
103	0,15	2,7	1,3	0,006	2,9	0,24	0,32	0,31	0,75	0,33	0,07	0,5
	0,52	0,93	1,5	0,67	0,94	1,04	1,56	1,56	3,67	1,61	0,37	1,85
167	0,3	3,9	2,1	0,009	5,8	0,26	0,55	0,75	1,25	0,35	0,1	0,9
	1,03	1,34	2,41	1,01	1,87	1,13	2,69	3,67	6,11	1,71	0,53	3,33
298	0,57	7,6	5,3	0,23	10,4	0,48	1,05	1,65	2,35	0,95	0,4	2
	1,97	2,61	6,1	2,58	3,35	2,09	5,13	8,07	11,5	4,64	2,1	7,41
412	0,63	11,1	8,4	0,26	13	0,91	1,3	1,74	2,45	1,05	0,44	2,17
	2,17	3,81	9,66	2,92	4,2	3,96	6,36	8,51	11,98	5,13	2,31	8,04
453	690	12,9	10,9	0,29	14,3	1,08	1,55	1,76	2,55	1,07	0,47	2,33
	2,38	4,43	12,53	3,26	4,61	4,7	7,6	8,61	12,47	5,23	2,47	8,63
497	760	14,7	12,1	0,33	15,9	1,15	1,61	2,02	2,69	1,14	0,49	2,39
	2,62	5,05	13,9	3,7	5,13	5	7,9	9,88	13,15	5,57	2,58	8,85
541	880	16	12,9	0,38	16,7	1,69	1,73	2,35	2,77	1,27	0,52	2,48
	3,03	5,5	14,83	4,27	5,39	7,35	8,5	11,5	13,54	6,21	2,74	9,2
583	1100	16,8	13,9	0,41	17,3	2,42	2,517	2,62	3,16	1,42	0,63	2,74
	3,79	5,77	15,98	4,61	5,58	10,52	12,3	12,81	15,45	6,94	3,31	10,15

В условиях УзПР проведены замеры подач и напоров насосов главного водоотлива при различной их наработке, приведенные в таблице 4.2 [11].

Таблица 4.2

Параметры работы насосов ЦНСК 300-360 гор. 640 м УзПР

№ замера	Число часов работы насоса, Т, час	Подача насоса, м³/ч
A_1	1	307
A_2	103	298
A_3	167	272
A_4	298	263
A_5	412	256
A_6	453	247
A_7	497	226
A_8	541	211
A_9	583	192

По результатам исследований, приведенных в табл. 4.1 и 4.2, построены характеристика внешней сети и напорные характеристики насоса ЦНСК 300-360, при различных уровнях его износа (рис. 4.13).

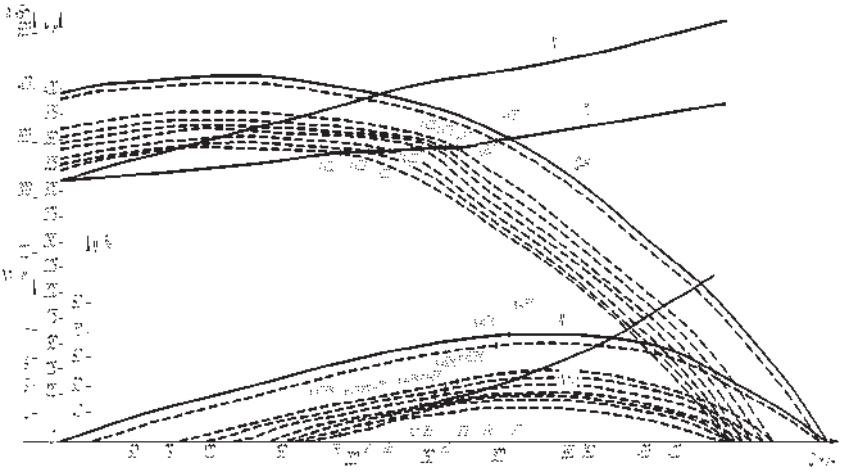


Рис. 4.13. Характеристика внешней сети и режимы работы насоса ЦНСК 300-360

По результатам проведенных исследований сделаны выводы:

1. Снижение степени износа последних рабочих колес насосов, по нашему мнению, объясняется уменьшением абразивных свойств шламовых смесей при прохождении их через первые ступени.

2. Во всех насосах типа ЦНСК 300 достаточно высокая скорость абразивного изнашивания характерна для уплотнительных колец и корпусов направляющих аппаратов.

4.8. Способы очистки от шламов отстойников горных производств

Эксплуатация водоотливных установок, откачивающих загрязненную воду из отстойников или водосборников горных предприятий, сопровождается гидроабразивным износом центробежных насосов, запорной арматуры, а также всасывающих и нагнетательных трубопроводов, следовательно решение вопросов снижения гидроабразивного износа насосного оборудования способствует повышению их производительности, увеличению срока их эксплуатации, неизбежно повышает их КПД, снижает электропотребление и, как следствие, является одним из источников экономии средств горнодобывающих предприятий [12].

В этой связи снижение абразивного изнашивания насосов и уменьшение затрат, связанных с эксплуатацией водоотливного оборудования, имеют важное народно-хозяйственное значение.

В литературных источниках по вопросам водоотлива горных производств рекомендуют борьбу с абразивным изнашиванием насосного оборудования производить следующим образом [13]:

1) приспосабливать центробежные насосы для водоотлива не осветленной от твердой составляющей воды;

2) выполнять предварительное осветление вод от твердого с последующим откачиванием осветленных вод насосами.

Интенсивное гидроабразивное изнашивание насосов, эксплуатирующихся на горных производствах, обусловлено следующими факторами:

- работа насосов на не осветленной воде (несоответствие плановых и фактических условий эксплуатации насосного оборудования);
- несовершенством технологии очистки водосборников от шлама.

Для обеспечения эффективности эксплуатации насосного оборудования горных производств, требуется научно обоснованная классификация способов очистки отстойников от шламов.

При разработке классификации представленной на рис. 4.14 использован принцип минимума затрат и она предназначена [12]:

- для обоснованного выбора способа очистки водосборника от шлама при соответствующих условиях эксплуатации насосов;
- для обеспечения степени осветления перекачиваемых вод от механических примесей до величин, соответствующих инструкциям заводов – изготовителей насосного оборудования;
- для принятия эффективной схемы сбора и транспорта шламов из водосборника при минимуме капитальных и эксплуатационных затрат;
- выбор способа очистки водосборника от твердого, обеспечивающий данную процедуру в автоматическом режиме.

Классификация позволяет четко определить тот способ очистки отстойников от шламов, который наиболее приемлем для соответствующего типа насосной установки, поэтому для снижения абразивного износа насосного оборудования применяют два способа:

- предварительное осветление воды до ее откачивания насосом;
- применение насосного оборудования, способного эффективно эксплуатироваться в данных условиях.

Например, очистку водосборников Гайского подземного рудника производят 2 раза в год, при этом длительность очистки составляет до 196 смен, а объем вывозимых шламов – до 157,2 тыс. т [13].

Для очистки водосборников на рудниках в настоящее время практически не применяют скреперы [12]. На рудниках Учалинского и Гайского ГОКов очистку водосборников и шламоотстойников производят погрузочно-доставочными машинами, подземными автосамосвалами и вагонетками рудничного транспорта, что приводит к снижению производительности рудника и соответственно к увеличению парка технологических машин.

Осветление вод, содержащих шламовые смеси, возможно осуществить в горизонтальном, вертикальном отстойнике либо гидроциклоне. Использование соответствующего типа отстойника целесообразно для определенных горных предприятий. Так, для действующих шахт предпочтительны горизонтальные отстойники ввиду минимума капитальных затрат на строительство и удобство дальнейшего обслуживания, а для обогатительных фабрик предпочтительным является применение вертикальных отстойников либо гидроциклонов, которые, обладая достаточной компактностью, прекрасно вписываются в соответствующие корпуса фабрик.

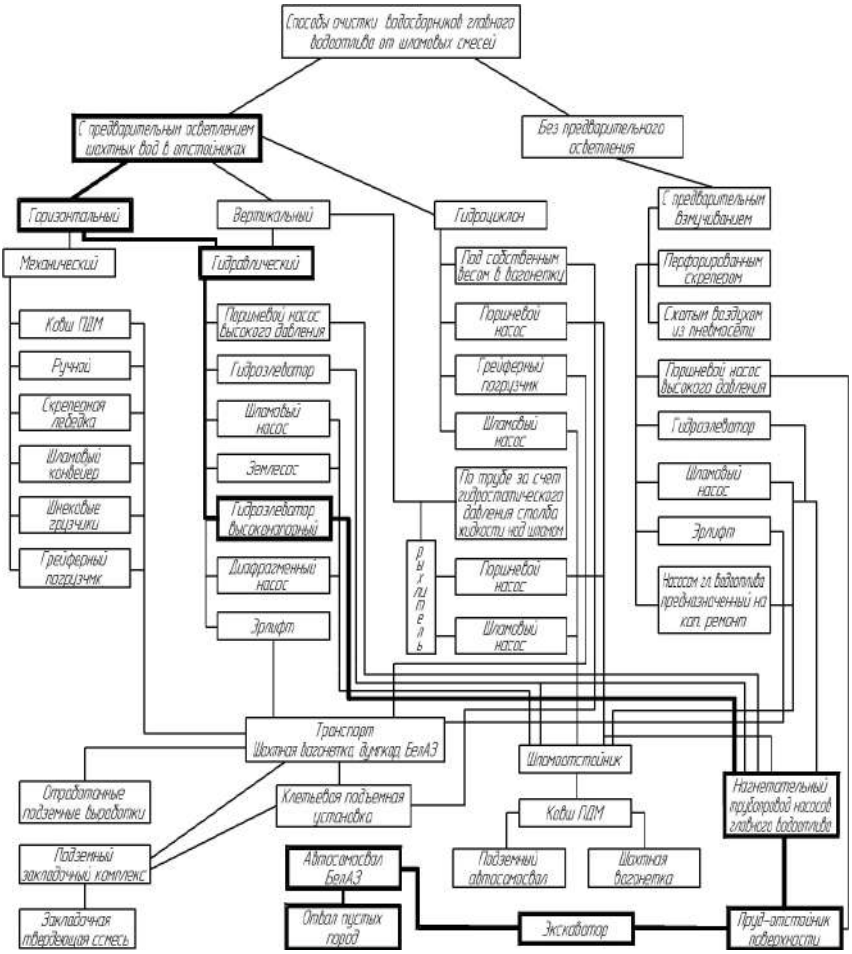


Рис. 4.14. Классификация способов очистки водосборников от шламовых смесей

При использовании горизонтальных отстойников способы очистки шламовых емкостей разделяются на механические, и гидравлические.

Главным недостатком механических способов очистки отстойников является их периодичность и низкая эффективность, что, в свою оче-

редь, приводит к недостаточному осветлению откачиваемых насосами вод, а следовательно к повышенному абразивному их износу.

Гидравлические способы очистки отстойников способствуют непрерывности удаления шламовых смесей, что, несомненно, является показателем эффективности осветления откачиваемых вод, обеспечивающих минимальный гидроабразивный износ насосного оборудования. При достижении равного эффекта осветления вод от шламов гидравлическими способами окончательный его выбор производится путем технико-экономического сравнения затрат по вариантам, например, использование поршневых насосов высокого давления, обладающих значительной стоимостью, и гидроэлеваторов изготавливаемых в ремонтно-механических мастерских горного предприятия.

Степень осветления вод в вертикальных отстойниках и гидроциклонах, является очень высокой, но капитальные и эксплуатационные затраты, связанные с использованием этих способов, значительны.

На горных предприятиях применяют способы очистки отстойников без осветления, но с предварительным взмучиванием шламов, перфорированным скрепером или сжатым воздухом, для чего применяют поршневые насосы высокого давления, гидроэлеваторы, шламовые насосы, эрлифты.

Следующим этапом является транспорт шламов к месту разгрузки и в классификации даны два варианта – цикличный и непрерывный.

После предварительного осветления, вод осевший в отстойниках шлам различной крупности, находится в жидком виде, следовательно, его транспорт в таком состоянии (вагонетка, автосамосвал, ковш погрузочно-доставочной машины и т.д.) является не эффективным, из за расплескивания в момент движения ПДМ. Это приводит к значительной продолжительности чистки отстойников и отрыву от основных видов работ, как обслуживающего персонала, так и соответствующего способу чистки типа транспортного и технологического оборудования, что, в свою очередь, ведет к завышенным расходам на очистку шламовых емкостей. Данный способ очистки и транспорта шламов является неэффективным ввиду его периодичности, высокой трудоемкости и опасности из за большого объема использования ручного труда. Но, самое главное, из за, несвоевременности очистки шламовых емкостей эффект осветления откачиваемых вод значительно уменьшается, что, в свою очередь, приводит к интенсивному абразивному износу насосного оборудования.

Применение гидравлического способа очистка шламовых емкостей от твердого – наиболее актуальная задача, т.к. рациональным способом повышения эффективности эксплуатации рудничных водоотливных установок является использование в технологических схемах главного водоотлива рудников высоконапорных гидроэлеваторных установок, периодически откачивающих шламовые смеси из отстойников водосборников на дневную поверхность (или на промежуточные горизонты при многоступенчатом водоотливе).

В результате анализа существующих способов очистки вод от шлама установлено, что требованиям, предъявляемым к ним, наиболее полно удовлетворяет водоструйный насос – гидроэлеватор, достоинством которого является надежность и возможность полной откачки шлама из водосборника при простоте обслуживания. При этом обеспечивается работа насоса главного водоотлива на осветленной воде, а также полное удаление шламов из водосборника, что позволит повысить технико-экономические показатели водоотливных установок, увеличить их срок службы, существенно снизить затраты на очистку водосборников от шлама.

5. ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

5.1. Вентиляторные установки главного и местного проветривания

Назначение и классификация. Вентиляторные установки предназначены для непрерывного проветривания горных выработок шахт и рудников и создания в них нормальных атмосферных условий. По назначению они делятся на главные вентиляторные установки, вспомогательные и местного проветривания.

Главные вентиляторные установки служат для проветривания всех действующих выработок шахты или рудника, за исключением глухих (тупиковых) забоев. Они размещаются на поверхности у устьев герметически закрытых стволов или штолен в центре шахтного поля при центральной схеме проветривания и на его флангах при диагональной схеме и пропускают весь воздух, проходящий по шахте (руднику) или ее крылу [1].

Вентиляторная установка включает вентилятор (вентиляторы) и подсоединенные к нему электродвигатели, входные и выходные устройства (подводящие каналы, диффузор, выходную часть и вспомогательные устройства для переключения и реверсирования воздушной струи), а также пускорегулирующую и контролирующую аппаратуру и звукопоглощающие устройства.

Под вентилятором понимается агрегат, состоящий из корпуса, ротора, направляющих и спрямляющих аппаратов, с присоединенными к нему коллектором и входной коробкой.

Вспомогательные вентиляторные установки предназначены для проветривания стволов и капитальных выработок при их проходке, камер и выработок околоствольного двора при эксплуатации шахт и рудников, а также отдельных их участков. Они располагаются на поверхности вблизи ствола или шурфа. В зависимости от назначения, вспомогательная вентиляторная установка может иметь один или два вентилятора и соответственно один или два электродвигателя и один или два комплекта электрооборудования; может иметь реверсивные и переключающие устройства, вентиляционные каналы или воздуховоды.

Вентиляторные установки местного проветривания состоят из вентиляторов с приводами, вентиляционных воздуховодов, пусковой аппа-

ратуры и аппаратуры контроля и автоматизации. Они снабжаются одним и реже двумя вентиляторами.

В соответствии с назначением вентиляторы также подразделяют на вентиляторы главные, вспомогательные и местного проветривания. Эти группы вентиляторов существенно отличаются своими параметрами, а вентиляторы местного проветривания – и конструкцией.

Вентиляторы, применяемые в горной промышленности, представляют собой турбомашины, которые по принципу действия делятся на две большие группы – осевые и центробежные вентиляторы.

По числу ступеней вентиляторы выполняются одноступенчатыми (центробежные) и многоступенчатыми (осевые).

В зависимости от расположения вала вентиляторы бывают горизонтальными и вертикальными.

По ГОСТ 11004-75 рекомендуется изготовлять осевые вентиляторы на номинальные давления от 100 до 400 даПа, центробежные (радиальные) – на номинальные давления от 250 до 710 даПа [1].

Сравнительная оценка осевых и центробежных вентиляторов

Оба типа вентиляторов имеют свои преимущества и недостатки. По сравнению с центробежными, осевые вентиляторы позволяют более просто реверсировать воздушную струю (без обводных каналов) и имеют большие возможности регулирования режимов работы (поворотом лопаток направляющего аппарата и рабочих колес). Они обладают меньшими габаритами и массой при значительных производительностях, а также более высоким внутренним к.п.д. Их удобнее включать на последовательную работу. В то же время осевые вентиляторы имеют следующие недостатки: форма их характеристик – седлообразная, что создает предпосылки для неустойчивой работы вентиляторов, особенно при параллельной работе; сильный шум при работе со скоростями 90 – 95 м/с и более; подшипники ротора недоступны для осмотра, что ведет к снижению надежности вентиляторов; большая чувствительность к точности балансировки ротора.

У центробежных вентиляторов отсутствуют эти недостатки. Окружные скорости их рабочих колес достигают 120 – 125 м/с. Они обладают, по сравнению с осевыми, большими напорами. Однако глубина экономичного регулирования у центробежных вентиляторов меньше, чем у осевых. При больших подачах и малых напорах получается низкая частота вращения их рабочих колес и требуется установка редуктора между вентилятором и двигателем.

Поэтому центробежные вентиляторы целесообразно применять при малых расходах и больших давлениях, где осевые будут иметь большие скорости и высокий уровень шума. Осевые вентиляторы целесообразно, наоборот, использовать при сравнительно небольших давлениях (до 350 даПа), которые способны обеспечить осевые вентиляторы при скорости до 80 м/с [1].

Серийно выпускаемые осевые и центробежные вентиляторы примерно равноценны по экономичности.

5.2. Шахтные вентиляторы

Вентиляторы представляют собой воздуходувные турбомашины, создающие давление до 15000 Па.

В горной промышленности широко применяются осевые и центробежные вентиляторы главного и местного проветривания.

Классификация центробежных и осевых вентиляторов

Центробежные вентиляторы классифицируются следующим образом:

1. По развиваемому давлению:

вентиляторы низкого давления ($p < 1000$ Па);

вентиляторы среднего давления ($1000 < p < 3000$ Па);

вентиляторы высокого давления ($3000 < p < 15000$ Па).

2. По быстроходности:

тихоходные;

быстроходные.

3. По характеру подвода воздуха:

вентиляторы с односторонним подводом воздуха;

вентиляторы с двухсторонним подводом воздуха.

4. По направлению вращения ротора:

вентиляторы правого вращения;

вентиляторы левого вращения.

В первом случае рабочее колесо вращается по часовой стрелке, во втором случае – против часовой стрелки, при взгляде на него со стороны привода.

Осевые вентиляторы классифицируются по числу рабочих ступеней (числу рабочих колес) на одноступенчатые и многоступенчатые. Первые создаются и используются для местного проветривания, вторые – для главного проветривания.

Многоступенчатые вентиляторы обеспечивают, при той же производительности, что и одноступенчатые, более высокое давление. Число ступеней у современных осевых вентиляторов главного проветривания принимается равным двум.

Тип вентилятора определяется величиной коэффициента быстроходности или удельным числом оборотов.

Центробежные вентиляторы, по сравнению с осевыми вентиляторами, отличаются сравнительно большей напорностью и меньшими значениями коэффициента быстроходности.

Специфические шахтные условия (газообильность, пылеобразование, высокие температуры воздуха в связи с разработкой глубоких горизонтов и др.) и необходимость обеспечения безопасных условий труда горнорабочих предопределяют высокие требования к вентиляторам главного проветривания. Они должны обеспечивать непрерывно в течение всего срока их службы (15 – 20 лет) устойчивую и бесперебойную подачу требуемого по шахтным условиям количества воздуха. Конструкции вентилятора и установки в целом должны быть выполнены таким образом, чтобы обеспечить надежную и бесшумную их работу. Не менее важными являются требования высокой экономичности, возможности регулирования режима работы в достаточно широких пределах, а также простоты обслуживания и ремонта вентиляторных установок.

5.3. Типаж, конструктивное исполнение центробежных и осевых вентиляторов

Центробежный вентилятор, как и всякая турбомашина, состоит из рабочего колеса, подводящих и отводящих устройств. В качестве подводящего устройства используют конфузор, а в качестве отводящего устройства – спиральный отвод.

Центробежные вентиляторы обычно строят одноступенчатыми.

Осевые вентиляторы

Схемы вентиляторов. Современные осевые шахтные вентиляторы строят одноступенчатыми и компонуются по схемам: местного проветривания НА + РК и НА + РК + СА и главного проветривания НА + РК и НА + РК + СА.

Обозначено: РК – рабочее колесо, НА – направляющий аппарат, СА – спрямляющий аппарат. НА предназначены для придания потоку

воздуха необходимого направления при входе в рабочее колесо, а НА между двумя рабочими колесами многоступенчатого вентилятора также и для раскручивания потока; СА – для раскручивания потока при выходе из колеса в сторону, обратную его вращению. Выходные углы лопаток НА между рабочими колесами и лопаток СА можно задать такими, что поток изменит свое направление даже па противоположное. Направление потоков можно проследить на планах скоростей, на которых обозначены абсолютные скорости на входе и выходе: c'_1 и c'_2 – направляющего аппарата и c''_1 и c''_2 – спрямляющих СА аппаратов, c_1 и c_2 – рабочего колеса. Схема двухступенчатого вентилятора РК + НА + РК + СА будет обеспечивать примерно в 2 раза большее давление, чем схема РК + СА, при одинаковой производительности. Полное давление, создаваемое осевым вентилятором [1],

$$p = p_{\text{вых}} - p_{\text{в}} + \rho \frac{c_{\text{вых}}^2}{2} ,$$

где $p_{\text{вых}}$ и $p_{\text{в}}$ – давление соответственно за выходным диффузором и на входе вентилятора, Па; $c_{\text{вых}}$ – абсолютная скорость на выходе вентилятора.

Очевидно, что статическая и динамическая составляющие давления будут

$$p = p_{\text{вых}} - p_{\text{в}} \quad \text{и} \quad p_{\text{дин}} = \rho \frac{c_{\text{вых}}^2}{2} . \qquad (5.1)$$

Элементы вентиляторов. Коллектор, обтекатель и первый лопаточный аппарат устанавливаются на входе и предназначаются для плавного, без больших потерь, увеличения осевой скорости c_1, потока и обеспечения равномерного поля скоростей. Коллектор может быть очерчен по дуге окружности радиусом $r > 0{,}2D_2 > r$, где D_2 – диаметр рабочего колеса. Обтекатель имеет форму полусферы или полуэллипсоида.

Рабочие колеса осевых вентиляторов оснащаются профилированными лопатками (обычными и крученными). Форма лопаток выбирается такой, чтобы обеспечивалась вокруг них необходимая циркуляция для создания достаточного напора и одновременно исключалось бы перетекание частиц воздуха в радиальном направлении к периферии в связи с действием центробежных сил от закручивания потока. В самом деле, из уравнения Л. Эйлера видно, что передача энергии потоку лопатками неизбежно связана с закручиванием потока. В закрученном потоке возникают центробежные силы, которые могут стать причиной перетекания

воздуха из одного кольцевого слоя в другой к периферии вентилятора. Такое перетекание нежелательно, так как вызывает значительные потери энергии. Очевидно, что перетекания частиц потока не будет, если давления вдоль радиусов будут постоянными (p = const) или по уравнению Л. Эйлера

$$\Gamma = \text{const} \quad \text{или} \quad rc_{U2} = \text{const}. \tag{5.2}$$

Из этого условия следует, что для обеспечения постоянства давления скорость закручивания должна изменяться по гиперболическому закону

$$c_{U2} = \frac{\text{const}}{r}. \tag{5.3}$$

Такое изменение скорости вдоль радиуса рабочего колеса достигается конструкцией лопаток с переменными шириной b и углами β_1 и β_2. В связи с этим, у современных осевых вентиляторов применяют крученые лопатки с переменным сечением по длине. Поле скоростей за рабочим колесом с некрученными лопатками имеет значительную неравномерность [1].

Большое влияние на работу вентилятора оказывает зазор δ между концами лопаток и кожухом вентилятора.

Относительный зазор (зазор, отнесенный к длине лопатки $l_л$) $\bar{\delta} = (\delta / l_л) \cdot 100\ \%$ для качественно изготовленных отечественных вентиляторов составляет 0,8 – 1,0 %. При величине относительного зазора всего 1,5 % давление снижается на 15 – 20 % по сравнению с расчетной величиной при нулевом зазоре. Уменьшение давления объясняется обратным перетеканием воздуха через кольцевой зазор из области повышенного в область пониженного давления.

Направляющий и спрямляющий аппараты представляют собой венцы из неподвижных или поворотных лопаток. Основные параметры: густота решетки b/t, угол установки и аэродинамическая характеристика профиля лопаток. Для радиального равновесия потока распределение скоростей закручивания потока в аппаратах должно быть таким же, как и в рабочих колесах.

Для работы в криволинейном потоке профили лопаток СА и НА должны быть деформированы соответственно кривизне потока. Во избежание потерь энергии лопатки должны быть установлены так, чтобы поток входил на их входные кромки по касательной или под небольшим

углом. Чтобы это соблюдалось при разных режимах работы вентиляторов, лопатки НА и СА следует выполнять поворотными.

Диффузор и выходная часть предназначаются для преобразования динамического $p_{дин}$ в статическое $p_{ст}$ давление. Между спрямляющим аппаратом и диффузором для выравнивания поля скоростей потока целесообразно предусматривать небольшой цилиндрический участок. Переход от цилиндрического к коническому участку должен быть плавным. Важнейшими параметрами диффузоров являются: степень расширения диффузора

$$\chi = \frac{F_2}{F_1} = \frac{c_{a1}}{c_{a2}}, \qquad (5.4)$$

где F_1 и F_2 – площади сечений, а c_{a1} и c_{a2} – скорости потока на входе и выходе диффузора; углы раскрытия конусов φ_1 и φ_2 и относительная длина диффузора $\overline{L} = L/D$, где D – начальный диаметр диффузора.

У шахтных вентиляторов принимается коническая часть длиной $\overline{L} = 2$ и углы раскрытия конусов $\varphi_1 = 3°$ и $\varphi_2 = 6°$.

Номенклатура и назначение. В горной промышленности России эксплуатируются современные осевые одноступенчатые, реверсивные со сменными и поворотными на ходу лопатками рабочего колеса вентиляторы типов: ВО, ВОК, (В – вентилятор, О – осевой, К – с крученными лопатками).

Также наряду с современными типами осевых вентиляторов на действующих шахтах и подземных рудниках могут эксплуатироваться устаревшие модели ВОД, ВОМ, ВОМД, ВОКР, ВУПД (Д – многоступенчатые), являющиеся менее эффективными.

Первые отечественные осевые вентиляторы были выпущены на базе разработанных в ЦАГИ в 1938-1939 гг. вентиляторов серии В (высоконапорные). Из-за различных недостатков эти вентиляторы были сняты с производства еще в 1957 г. Их заменили вентиляторы типов ВОК и ВОКД с крученными лопатками и ВОД отличавшиеся более совершенной аэродинамической схемой и более плавным регулированием производительности, а вентиляторы типа ВОКД – возможностью реверсирования воздушной струи самим вентилятором [1].

В настоящее время выпускаются разработанные в последнее время вентиляторы типа ВО (ВО-12,5, ВОМ-18, ВО-21К, ВО-24К и ВО-30К) (цифра в маркировке вентиляторов – диаметр рабочего колеса по концам лопаток в дециметрах) [14].

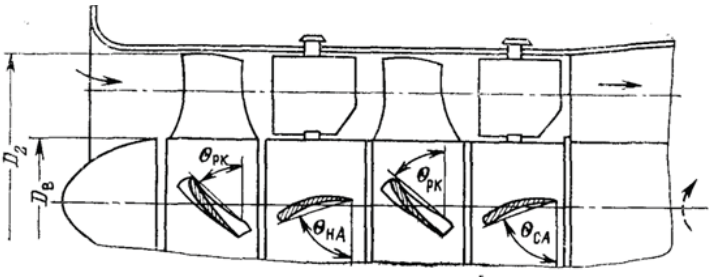


Рис. 5.1. Схема современного осевого вентилятора типа ВО

Осевые вентиляторы типа ВО предназначаются для проветривания неглубоких шахт и рудников, общешахтная депрессия которых не превышает 4 кПа (рис. 5.1).

Вентилятор ВО-12,5 предназначен для вентиляции метрополитенов, тоннелей, объектов общепромышленного назначения, систем воздушного отопления, проточной и вытяжной вентиляции технологических установок, а также в качестве вспомогательного вентилятора для проветривания стволов и околоствольных выработок при их сооружении, в калориферных установках и т. п.

Вентиляторы типа ВО, за исключением ВО-12,5 предназначены для главного проветривания шахт и подземных рудников, а также для работы в вентиляционных системах предприятий других отраслей промышленности, рассчитанных на перемещение воздуха и неагрессивных газов, выполняются реверсивными и обеспечивают требуемую правилами безопасности производительность при реверсе более 60 % от нормальной производительности; по специальному заказу они могут выполняться и нереверсивными. Эти вентиляторы применимы как для всасывающей, так и для нагнетательной вентиляции.

Вентиляторы типа ВО – одноступенчатые. Для уменьшения шума они не имеют входных направляющих аппаратов и собраны по условной схеме РК + СА.

Рабочие колеса вентиляторов снабжены 8 сдвоенными лопатками. Установка лопаток РК вентиляторов, за исключением ВО-12,5, производится в пределах 15 – 45°. При реверсировании струи воздуха лопатки НА и СА поворачиваются на углы 153 и 158° и направление их выпуклости изменяется на противоположное.

5.4. Конструкция осевых вентиляторов

Вентиляторы ВО-21К, ВО-24К и ВО-30К имеют аналогичную конструкцию (рис. 5.2) [14].

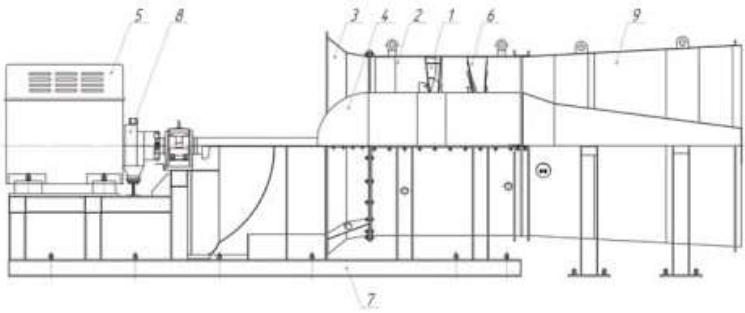


Рис. 5.2. Общий вид осевого вентилятора ВО-21К

Вентилятор состоит из ротора с рабочим колесом с лопатками ***1***, корпуса ***2***, коллектора ***3***, обтекателя (кока) ***4***, электродвигателя ***5***, спрямляющего аппарата ***6***, рамы *7*, тормоза ***8***, диффузора ***9***. Ротор вентилятора соединяется с электродвигателем *5* с помощью трансмиссионного вала и муфты.

При всасывающей вентиляции шахты или рудника воздух к вентилятору из вентиляционной сети поступает по подводящему каналу и через диффузор выходит в отводящий канал. В диффузоре динамическое давление частично преобразовывается в статическое.

Вентилятор ВО-21 нужен для обеспечения главного проветривания рудников и шахт. Вентилятор осевой ВО-21 характеризуется внушительным показателем надежности.

Такой вентилятор осевой реверсивный комплектуется одним рабочим колесом с восемью лопастями. За счет дистанционного одновременного поворота, они обеспечивают возможность регулирования режима работы и переход в реверс без помощи основного привода. Глубина реверса достигает приблизительно восемьдесят процентов относительно «прямой» работы.

Вентиляторы ВО-21 обладают общей рамой, что ведет к повышению надёжности системы в целом. А за счет разъемного корпуса, намного упрощаются процедуры обслуживания и ремонта.

В качестве исходного сырья для производства рабочего колеса и лопастей вентилятора используется нержавеющая сталь. Вентилятор ВО-21, оборудованный надежным корпусом с толщиной не менее 14 мм, отличается хорошей износостойкостью, что позволяет пользоваться им в условиях разрушительных сред.

В нынешний момент реверсивные осевые вентиляторы оснащаются оборудованием, позволяющим дистанционно осуществлять контроль над режимом обратного хода, а ещё регулировать производительность вентиляторов.

Краеугольным вопросом техники безопасности на предприятиях горнорудной сферы считается борьба с загазованностью, пылью и высокими температурами в шахтах. Решить этот вопрос можно лишь с использованием мощной системы вентиляции. С целью сохранения подходящих рабочих условий в горнорудной промышленности задействуется вентилятор осевой реверсивный.

Вентиляторы серии ВО выполняются с тремя сменными вариантами лопаток рабочего колеса, что позволяет, кроме регулирования производительности в 1,5 – 2,1 раза за счёт поворота лопаток РК, увеличивать производительность и давление вентилятора дополнительно в 1,25 – 1,45 раза за счёт замены лопаток рабочего колеса. Адаптация указанным способом обеспечивает так же повышение среднего эксплуатационного статического КПД вентиляторов до 0,7 – 0,75 (достигнутый на шахтах – находится в пределах 0,38 – 0,62), так как взамен снимаемых устанавливаются лопатки, которые обеспечат заданный режим с наибольшим КПД.

Вентиляторы серии ВО-12,5, ВОМ-18, ВО-21К, ВО-24К и ВО-30К реверсируются изменением направления вращения электродвигателя с одновременным поворотом лопаток направляющего и спрямляющего аппаратов.

Конструктивная форма и размеры центробежного вентилятора определяются его подачей, давлением и частотой вращения. Формы конструкций рабочих колес центробежных вентиляторов даны на рис. 5.3.

Барабанная (***а***) и кольцевая (***б***) формы свойственны вентиляторам низкого давления с лопатками, загнутыми вперед; формы (***б***), (***в***) и (***г***) характерны для вентиляторов низкого, среднего и высокого давлений с лопатками, загнутыми назад.

Наименьшей прочностью и жесткостью обладают колеса формы (***а***), допускающие окружную скорость на диаметре D_2 не более 40 м/с. Ширина таких колес постоянна и составляет около 0,5 D_2.

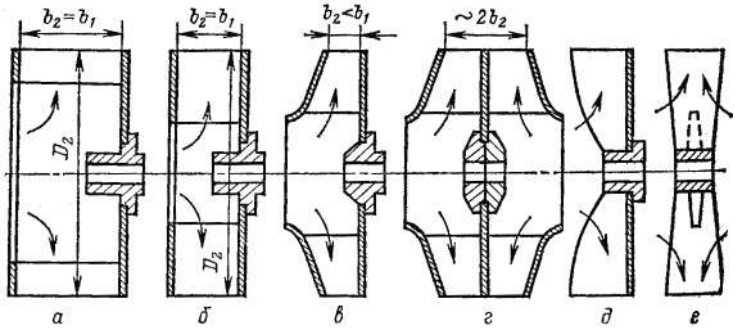


Рис. 5.3. Схемы конструкций рабочих колес центробежных вентиляторов

Колеса кольцевой формы с шириной $b_1 = b_2 = 0{,}2 – 0{,}35$ более прочны и жестки и допускают скорость u_2 до 60 м/с.

Конический покрывающий диск (формы (***в***) и (***г***)) обусловливает большую жесткость колеса и допустимость высоких окружных скоростей до 80 м/с.

Форма (***г***) применяется для колес большой подачи и находит, в частности, применение для дутьевых вентиляторов и дымососов ГЭС.

Открытые однодисковые и бездисковые колеса форм (***д***) и (***е***), применяются в пылевых вентиляторах, служащих для подачи смесей газов с твердыми частицами, например, в системах пылеприготовления ТЭС (рис. 5.4).

В вентиляторах применяются все три типа лопастей. В настоящее время существует тенденция применения главным образом лопаток, загнутых назад. Они обеспечивают по сравнению с лопатками, загнутыми вперед, более высокий к.п.д. вентилятора, устойчивую работу его в широком диапазоне расходов и уменьшение шума. На рис. 5.4 показаны два конструктивных типа лопастей вентиляторов: ***а*** и ***б*** – постоянной толщины. Крепление лопастей постоянной толщины к дискам производится клепкой или сваркой. В первом случае возможны два варианта:

1) на торцах лопастей фрезеруются шипы (***в***), расклепываемые в отверстиях дисков;

2) лопатки получают отгибы, которыми и приклепываются к дискам (***а***).

Для придания объемным лопастям большей прочности и жесткости внутри профиля монтируют ребра из полосовой стали. Одна кромка их приваривается непрерывным швом к внутренней поверхности лопасти,

а вторая – прерывистым швом через отверстия во второй половине листа, образующего лопасть.

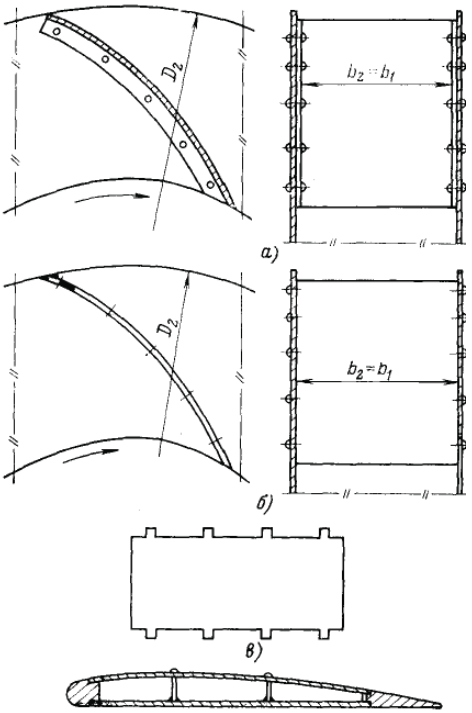


Рис. 5.4. Конструктивные типы рабочих лопаток
изготовляемых штампованием из листовой стали,
и объемного профиля, изготовляемых штампованием и сваркой

Применение объемных, профилированных лопастей с рациональной формой сечения привело к повышению к.п.д. крупных вентиляторов до 90 %.

Корпуса вентиляторов выполняются спиральными, постоянной ширины, и очерчиваются обычно способом «конструкторского квадрата» (рис. 5.5), где $a = \dfrac{(0{,}25 \div 0{,}3) \cdot Q}{bc_a}$, b – ширина корпуса.

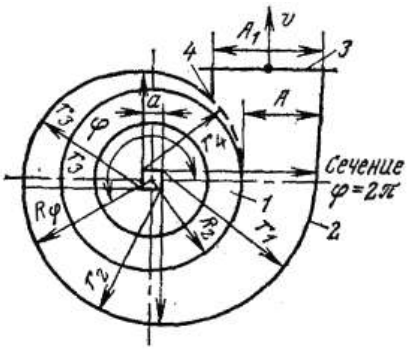


Рис. 5.5. Спиральный кожух:
1 – рабочее колесо; *2* – спиральный кожух; *3* – выходное сечение; *4* – язык

Материалом корпусов является конструкционная листовая сталь толщиной от 2 до 8 мм. Исключением являются корпуса некоторых вентиляторов высокого давления, изготовляемые литьем из чугуна.

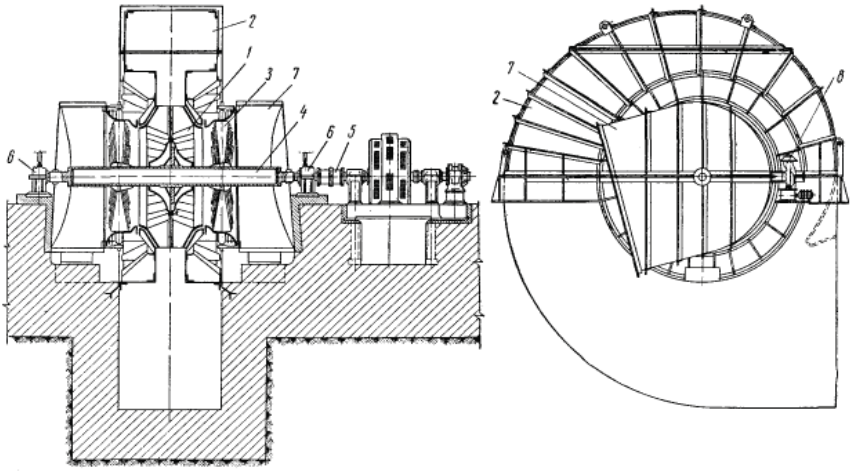


Рис. 5.6. Шахтный центробежный вентилятор ВЦД:
1- рабочее колесо; 2 – спиральный кожух; *3* – осевые направляющие аппараты;
4 – вал; 5 – зубчатая муфта; *6* – подшипники; *7* – входные коробки;
8 – колонка привода направляющего аппарата

У центробежных вентиляторов, имеющих колеса с лопатками, загнутыми вперед, увеличение подачи связано с существенной перегрузкой двигателя.

Если перед рабочим колесом центробежного вентилятора расположен осевой направляющий аппарат (рис. 5.6, 5.7), то, меняя угол установки его лопаток $\theta_{н.д.}$, можно получить ряд характеристик, соответствующих определенному значению $\theta_{н.д}$ (рис. 5.10). Область промышленного использования определяется значениями к.п.д. $\eta_{ст} > 0{,}6$.

5.5. Номенклатура и назначение

На шахтах и подземных рудниках России в настоящее время эксплуатируются центробежные вентиляторы главного проветривания следующих типов: ВЦ, ВЦЦ, ВШЦ, ВРЦД, ВЦП, ВЦЗ и вентилятор местного проветривания ВЦ-7 (В – вентилятор, Ц – центробежный, О – одностороннего всасывания, Д – двустороннего всасывания, Р – рудничный, Ш – шурфовой, П – проходческий, 3 – с регулируемыми закрылками). По ГОСТ 11004-75 центробежные вентиляторы маркируются: одностороннего всасывания ВЦ и двустороннего всасывания ВЦД. Цифра в маркировке означает диаметр рабочего колеса в дециметрах.

В настоящее время заводами выпускаются следующие центробежные вентиляторы, предназначенные для главного проветривания шахт и рудников: ВЦД-16, ВЦ-25, ВЦ-31,5 (старый шифр ВЦ-32), ВЦЗ-32, ВЦЦ-31,5 (старый шифр ВЦД-32М) и ВЦЦ-47 «Север», для проветривания стволов и околоствольных выработок: ВЦ-11 и ВШЦ-16, и только для проветривания забоев шахтных стволов ВЦПД-8УМ и ВЦП-16, а также вентиляторы местного проветривания ВЦ-7. Центробежные вентиляторы применимы для всасывающей, нагнетательной и комбинированной схем вентиляции горных предприятий.

В вентиляторах серии ВЦД (рис. 5.6) рабочие колеса выполнены с лопатками, загнутыми назад ($\beta_2 = 108°$), что обеспечивает более высокий к.п.д. К числу их достоинств можно отнести также сравнительно большой коэффициент производительности ($Q = 0{,}275$), что позволяет уменьшить диаметр рабочего колеса, а следовательно, и маховой момент вращающихся частей.

В последнее время в России и за рубежом созданы быстроходные высокоэкономичные центробежные вентиляторы с рабочими колесами, имеющими лопатки, сильно загнутые назад.

Так, например, на рис. 5.7 показан центробежный вентилятор ВЦН-16, разработанный Каменским машиностроительным заводом. Рабочее колесо ***1*** имеет восемь профилированных, сильно загнутых назад лопаток ($\beta_2 = 170°$). Вал ***2*** вращается в двух подшипниках качения ***3***, которые опираются на раму ***6***. Поток воздуха, отбрасываемый рабочим колесом, направляется в спиральный кожух ***4***, Для регулирования режима работы вентилятора предназначен направляющий аппарат ***5***. Вал вентилятора с валом двигателя соединен зубчатой муфтой *7*.

Вентилятор ВЦН-16 отличается сравнительно небольшими габаритами, высоким к.п.д. ($\eta_{ст\ мах} = 0{,}88$) и незначительным шумом при работе.

Для главного и частичного проветривания используется ряд других типов центробежных вентиляторов – ВШЦ, а также центробежные вентиляторы с барабанным ротором, выпускавшиеся ранее под названием «Сирокко».

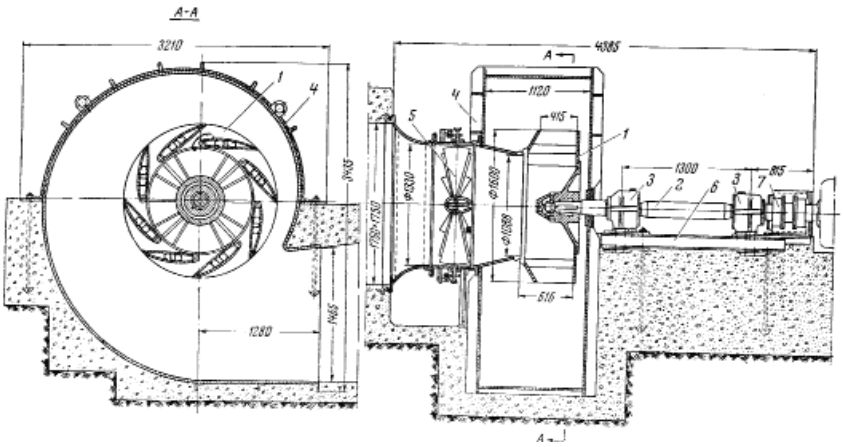


Рис. 5.7. Шахтный центробежный вентилятор ВЦН-16

Одним из основных элементов конструкции центробежных вентиляторов является рабочее колесо. Оно состоит из переднего и заднего дисков (см. рис. 5.6), между которыми заклепками или сваркой закреплены лопатки. Задний диск крепится к ступице колеса также при помощи заклепок или сваркой. Лопатки рабочих колес изготовляются тонкими из листовой стали (ВЦО и ВЦД) или пустотелыми профилированными (ВЦН и ВШЦ) в форме несущего крыла (см. рис. 5.7). В послед-

нем случае в большей степени удовлетворяются требования аэродинамики, а также обеспечиваются прочность и жесткость колеса.

Величина окружной скорости рабочих колес центробежных вентиляторов ограничивается условиями прочности и для различных типов вентиляторов составляет 40-120 м/сек. Направляющий аппарат (см. рис. 5.6, 5.7) состоит из 12 – 18 лопаток (дуговых у ВЦД и ВЦО и профилированных у ВЦН). Он снабжен механизмом для одновременного поворота всех лопаток.

Направляющий аппарат позволяет регулировать режим работы на ходу, а также облегчает пуск вентилятора.

5.6. Регулирование режимов работы вентилятора и реверсирование струи

Вентиляторные установки как главного, так и вспомогательного проветривания работают на сеть с переменными параметрами – сопротивлением и необходимым расходом воздуха. Основными причинами, вызывающими изменение этих параметров, являются: развитие фронта горных работ, увеличивающее потребность в воздухе в 1,5 – 2,0 раза; сезонные колебания температуры воздуха, вызывающие изменение внутришахтной депрессии на 10 – 15 % от номинальной; изменение утечек и подсосов воздуха в процессе эксплуатации горного предприятия; работа в ремонтные дни, когда потребное количество воздуха уменьшается на 30 – 50 %; изменение суточного ритма работ, производство массовых взрывов, требующих значительной интенсификации проветривания [1].

Изменение параметров сети вентиляторных установок приводит к необходимости регулирования режимов их работы во время эксплуатации. Принято считать целесообразными диапазонами регулирования производительности вентиляторных установок 1:2 и давления 1:3 с принятием дополнительных мер для интенсификации проветривания после массовых взрывов.

Известны следующие способы регулирования вентиляторов:

1. Дросселирование потока воздуха в линии нагнетания или всасывания.
2. Изменение частоты вращения рабочего колеса.
3. Изменение направления потока перед входом в рабочее колесо.
4. Поворот лопаток или отдельных частей лопаток рабочего колеса.

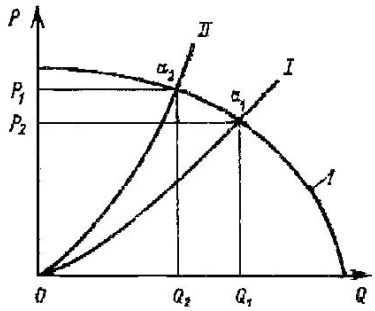


Рис. 5.8. Определение рабочего режима вентилятора

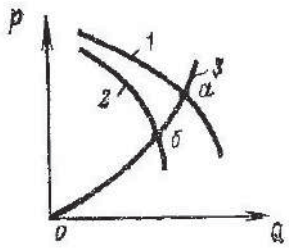


Рис. 5.9. Характеристика вентилятора при дросселировании на всасывании

1. Дросселирование потока осуществляется введением в вентиляционную сеть дополнительного сопротивления (дросселя), устанавливаемого после нагнетательного патрубка вентилятора при нагнетательной вентиляции и перед всасывающим устройством вентилятора при всасывающей вентиляции. В первом случае регулирование сводится к изменению характеристики сети при неизменной характеристике вентилятора, при этом характеристики сети становятся круче (рис. 5.8.).

Подбирая величину сопротивления, можно перевести режим работы машины из точки a_1 в точку a_2 с другими параметрами давления и производительности, совпадающими с требуемыми или более близкими к ним. Во втором случае изменяется характеристика ***1*** вентилятора (рис. 5.9) при неизменной характеристике ***3*** сети. Новая характеристика вентилятора ***2*** будет лежать тем ниже, чем больше введенное сопротивление.

Изменяя степень сопротивления, можно получить ряд напорных характеристик. Таким образом, в данном случае изменение параметров режима достигается переводом вентилятора на новую характеристику. При характеристике ***3*** сети вентилятор имел режим работы в точке ***а***. При введении сопротивления во всасывающую сеть его режим будет характеризоваться параметрами точки ***б***.

2. Регулирование изменением частоты вращения ротора возможно при наличии регулируемого привода. Из теории подобия турбомашин известно, что при подобных треугольниках скоростей изменение частоты вращения колеса обусловливает изменение расходов по закону, близкому к линейному($Q'/Q = n'/n$). Напоры при этом изменяются по зако-

ну, близкому к квадратическому, $H'/H = (n'/n)^2$. Изменяя в определенных пределах частоту вращения машины, можем получить ряд характеристик $p = f(Q)$, каждая из которых будет лежать тем ниже, чем меньше частота вращения. В пределах полученного при этом поля характеристик (рис. 5.10) можно изменять расход и напор в любых соотношениях независимо от взаимной связи этих параметров, предписываемой характеристикой машины для расчетной частоты вращения.

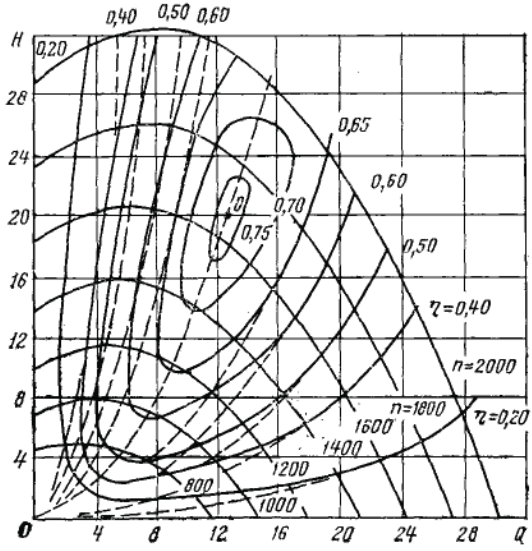


Рис. 5.10. Универсальная характеристика турбомашины

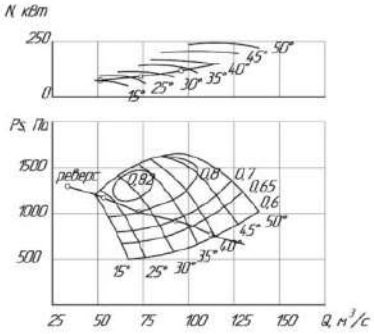
3. Регулирование изменением направления потока на входе в рабочее колесо основывается на изменении скорости закручивания потока при входе в рабочее колесо и осуществляется специальным направляющим аппаратом. Этот аппарат представляет собой систему поворотных лопаток, устанавливаемых перед входом в колесо вентилятора. Посредством специального механизма все лопатки могут одновременно поворачиваться относительно своих радиальных осей. Профиль лопаток – плоский, плоско-выпуклый или дуговой. Лопатки изменяют направление воздушного потока, т. е. сообщают ему скорость закручивания. В результате этого изменяется напор вентилятора. Если в направляющем

аппарате поток закручивается в направлении вращения колеса, давление и потребляемая мощность уменьшаются. При закручивании потока в обратную сторону давление возрастает.

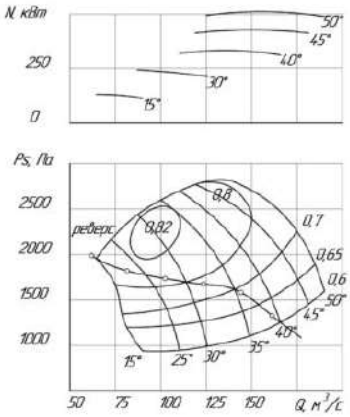
Таким образом, изменяя направление потока в абсолютном движении на входе в колесо, можно получить ряд новых характеристик – $H = f(Q)$ для вентилятора при той же самой частоте вращения рабочего колеса. При регулировании этим способом изменение производительности и напора осуществляется переходом рабочей точки на новую характеристику машины, получаемую в результате закручивания потока перед колесом.

Глубина регулирования с помощью направляющего аппарата у центробежных вентиляторов меньше, чем у осевых вентиляторов.

4. Регулирование поворотом лопаток осуществляется в осевых вентиляторах, изменяя в определенных пределах угол установки лопаток рабочего колеса вентилятора, можем получить ряд характеристик $p = f(Q)$, каждая из которых будет лежать тем ниже, чем меньше угол установки. В пределах полученного при этом поля характеристик (рис. 5.11.) можно изменять производительность и давление, и поворотом некоторых частей лопаток рабочего колеса в центробежных вентиляторах (рис. 5.12.).



Аэродинамическая характеристика вентилятора ВО-21К, выполненного по аэродинамической схеме М-24, частота вращения 750 об/мин.



Аэродинамическая характеристика вентилятора ВО-21К, выполненного по аэродинамической схеме М-24, частота вращения 1000 об/мин.

Рис. 5.11. Аэродинамические характеристики осевого вентилятора при различных частотах вращения приводного электродвигателя

Этот способ особенно целесообразен для случаев, когда основным регулируемым параметром является давление за вентилятором. При изменении угла **θ** установки лопаток рабочего колеса (рис. 5.12) изменяется угол атаки σ, что приводит к изменению циркуляции **Г** вокруг лопатки. С увеличением угла атаки циркуляция рабочего колеса и давление вентилятора растут [1].

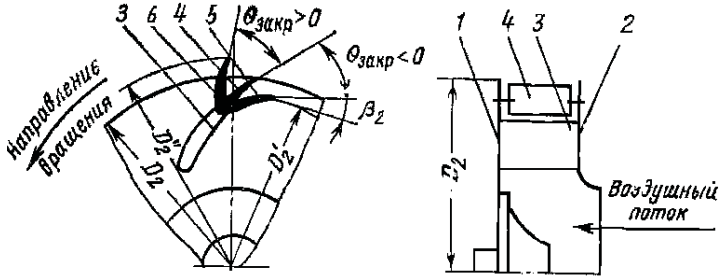


Рис. 5.12. Регулирование поворотом закрылков лопаток рабочего колеса:
1 и ***2*** – коренной и покрывной диски; ***3*** – неподвижная часть лопатки;
4 – закрылок лопатки; ***5*** и ***6*** – положения закрылка соответственно
при отрицательном ($\theta_{закр} \le 0^0$) и положительном ($\theta_{закр} \ge 0^0$) углах его установки

У центробежных вентиляторов конструктивно удается выполнить поворотными только хвостовые части лопаток – закрылки (см. рис. 5.12). При повороте закрылков ***4*** в сторону вращения рабочего колеса увеличиваются фактический диаметр $D''_2 > D_2$ и угол выхода лопаток β_2 (у назад загнутых лопаток).

При повороте закрылков ***4*** против вращения колеса его диаметр по лопаткам ($D''_2 > D_2$), а также угол β_2 уменьшаются. В первом случае давление, создаваемое вентилятором, увеличивается, а во втором случае – уменьшается.

Регулирование шахтных вентиляторов может вестись с использованием одновременно двух-трех способов, например, изменением положения лопаток направляющего аппарата и частоты вращения рабочего колеса.

Выбор того или иного способа регулирования вентиляторов должен решаться с учетом наибольшей его экономичности, простоты и удобства обслуживания.

5.7. Требования правил безопасности к вентиляторным установкам

Вентиляторные установки в соответствии с ПБ должны иметь резерв по производительности от 20 до 45 % и обеспечивать реверсирование воздушного потока не более чем за 10 мин, при этом производительность должна составлять не менее 60 % от нормальной [7].

Правила безопасности требуют также, чтобы современные установки были оборудованы двумя одинаковыми вентиляторами – рабочим и резервным.

Установки должны быть надежными и малошумными, иметь высокую экономичность и возможность регулирования параметров в широких пределах. Во избежание излишних потерь энергии воздушным потоком они должны оборудоваться входными и выходными элементами (подводящие каналы, тройники, входные коробки, диффузоры) с небольшим гидравлическим сопротивлением.

Вентиляторные установки должны иметь по возможности меньшие габариты в плане.

Для работы в суровых климатических условиях, и в частности на Крайнем Севере, схема вентиляторной установки должна исключать обмерзание переключающих устройств, резервного вентилятора и других элементов.

Эффективность и надежность работы вентиляторной установки главного проветривания в большей степени зависят от ее компоновочной схемы и вспомогательного оборудования. Чем меньше вентиляционных каналов и вспомогательного оборудования (ляды или двери), тем меньше подсосов и утечек воздуха и надежнее работа вентиляторной установки. Компоновочную схему следует выбирать такой, чтобы утечки воздуха и его подсосы были минимальными. По нормативам они не должны превышать 10 % [9].

Способ реверсирования струи определяется свойствами вентиляторов. В вентиляторных установках, оборудованных центробежными вентиляторами, реверсирование которых невозможно, направление воздушной струи изменяется системой ляд или вертикальных дверей и обводных каналов. Это приводит к усложнению установок с центробежными вентиляторами по сравнению с установками, оборудованными реверсивными осевыми вентиляторами.

6. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ШАХТ

6.1. Схемы и составные элементы пневматической установки

Пневматические установки на горных предприятиях (рис. 6.1) предназначены для производства и транспортирования сжатого воздуха, применяемого для питания пневматических приводов горно-шахтного оборудования, бурильных и отбойных молотков, погрузочных и закладочных машин, комбайнов и лебедок, вентиляторов и др.

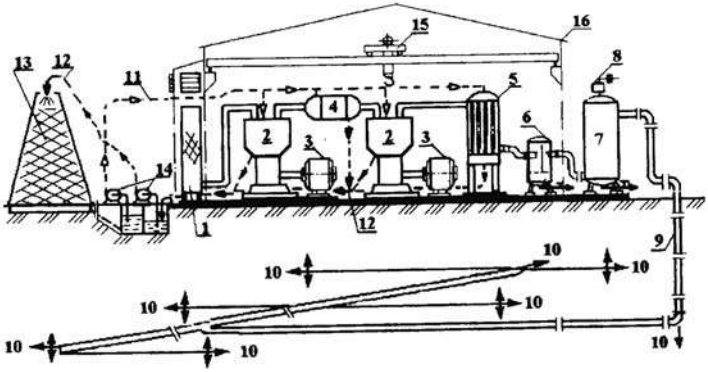


Рис. 6.1. Схема стационарной компрессорной установки с поршневыми компрессорами:
1 – воздухозаборное устройство; ***2*** – поршневой компрессор; ***3*** – электродвигатель; ***4*** – промежуточный охладитель; ***5*** – конечный охладитель; ***6*** – масловлагоотделитель; ***7*** – воздухосборник; ***8*** – предохранительный клапан; ***9*** – трубопровод пневмосети; ***10*** – потребители сжатого воздуха; ***11*** – трубопровод охлажденной воды; ***12*** – трубопровод воды, нагретой в системе компрессорной установки; ***13*** – градирня; ***14*** – насосы для подачи холодной и нагретой воды; ***15*** – грузоподъемный механизм; ***16*** – элементы здания центральной компрессорной станции; ***17*** – потребители сжатого воздуха поверхностного комплекса

Пневматические установки широко применяются на угольных шахтах, разрабатывающих крутые пласты, где по условиям безопасности запрещается применение электроэнергии и сжатый воздух является единственным видом энергии, и на рудниках, где добыча руды ведется буров-

зрывным способом. На других угольных шахтах и рудниках сжатый воздух используется ограниченно, в основном для вспомогательных машин и механизмов [1].

Пневматическая установка состоит из компрессорной станции и воздухопроводной сети.

Рудничная пневматическая установка состоит из центральной компрессорной станции (ЦКС) и внешней пневматической сети.

На генплане поверхностного комплекса рудника (шахты) центральная компрессорная станция (ЦКС – в дальнейшем изложении – компрессорная станция) рудничной пневматической установки располагается по возможности ближе к стволу шахты в соответствии с общей компоновкой сооружений на плане промышленной площадки и подальше от пыльных дорог, складов полезного ископаемого с производством погрузочных работ [18].

При большом потреблении сжатый воздух вырабатывается стационарными компрессорными станциями, располагаемыми на поверхности. В случаях, когда необходимо относительно небольшое количество воздуха, особенно в местах, удаленных от ствола, используются передвижные компрессорные установки, располагаемые под землей на участках.

На некоторых горных предприятиях экономически целесообразным является применение системы воздухоснабжения с дожимными компрессорами. При использовании такой системы воздух, сжатый до давления всего 0,3 – 0,4 МПа в стационарной компрессорной станции на поверхности шахты (рудника), подается по воздуховодам к передвижным дожимным компрессорам, расположенным вблизи мест его потребления. В дожимных компрессорах давление воздуха повышается до требуемого значения. Экономия в затратах получается за счет уменьшения потерь энергии при транспортировании сжатого воздуха в связи с его меньшим давлением и потерями энергии на гидравлические сопротивления.

От стационарных компрессорных установок сжатый воздух транспортируется к потребителям по воздухопроводам пневматических сетей.

Пневматические сети современных горных предприятий состоят из разветвленных воздухопроводов с большим числом различных потребителей. Место разветвления называется узлом. Трубопроводы между узлами, узлами и распределительными устройствами у потребителей называют магистральной сетью или просто магистралью (главная магистраль, участковая магистраль и т. д.). Ответвления труб, к которым

подключаются потребители, называются концевыми элементами. Общая длина воздухопроводов на некоторых шахтах и рудниках достигает десятков километров.

6.2. Классификация и основные параметры, характеризующие работу компрессора

Компрессором называется машина, предназначенная для преобразования механической энергии привода в полезную потенциальную и кинетическую энергию газа. В компрессоре происходит повышение давления газа и перемещение его из области низкого в область высокого давления. На горных предприятиях компрессорами пневматических установок осуществляется сжатие воздуха.

По способу сжатия газа компрессоры делятся на две группы [1]:

объемного сжатия (компрессоры вытеснения), в которых давление газа (воздуха) повышается за счет уменьшения рабочего пространства; к ним относятся поршневые, винтовые, ротационные компрессоры и др.;

кинетического сжатия, в которых газ (воздух) сжимается в процессе принудительного движения газа (воздуха) при силовом взаимодействии с лопатками вращающихся колес, к ним относятся турбокомпрессоры – центробежные и осевые.

Первую группу компрессоров иногда также называют компрессорами вытеснения, а вторую – лопастными компрессорами, из-за наличия в них лопастей (лопаток), с помощью которых осуществляется процесс сжатия.

По конструкции рабочих органов различают компрессоры: поршневые, лопастные (турбокомпрессоры), винтовые, ротационные и др.

По роду сжимаемого газа компрессоры делятся на воздушные, аммиачные, фреоновые и др.

По величине создаваемого давления различают: компрессоры, называемые вакуум-насосами, отсасывающими газ (воздух) из пространства с вакуумом и сжимающими его до атмосферного или несколько большего давления; воздуходувки (газодувки) – машины, сжимающие воздух (газ) до 0,3 МПа; компрессоры низкого давления (0,3 – 1,0 МПа); компрессоры среднего давления (1,0 – 10,0 МПа); компрессоры высокого давления (10 – 250 МПа). В горной промышленности наиболее широко применяются компрессоры низкого давления. Вакуум-насосы используются для отсасывания метана из угольных пластов.

Основными параметрами, характеризующими работу компрессора, являются: объемная производительность Q (м3/с или м3/мин), приведенная к условиям всасывания; начальное (до сжатия) $p_н$ и конечное (после сжатия) $p_к$ (Па, кПа, МПа) давление; степень повышения давления $\varepsilon = p_к / p_н$, начальная $T_н$ и конечная $T_к$ температура сжимаемого газа; мощность N (кВт) на валу компрессора. Различают избыточное (по отношению к атмосферному ри) и абсолютное раб (учитывающее атмосферное давление) давление; первое указывается в паспорте компрессора, второе используется в термодинамических расчетах. Температура сжимаемого газа (воздуха) при термодинамических расчетах выражается в единицах Кельвина (К), T=273+ t, где t – температура в градусах Цельсия (°С).

Наибольшее распространение в горной промышленности получили компрессоры: двухступенчатые поршневые производительностью 10; 20; 30; 50; 100 м3/мин, центробежные – производительностью 115; 250; 500 м3/мин и винтовые – производительностью 5; 12,5; 25 м3/мин [15].

Широко распространенные в ряде отраслей промышленности осевые турбокомпрессоры не применяются в горной промышленности из-за низкого конечного давления сжатого воздуха.

6.3. Теоретические и действительные рабочие процессы в поршневом компрессоре

Рабочий процесс в идеальном поршневом компрессоре удобно рассматривать, воспользовавшись диаграммой процесса в системе координат $\boldsymbol{p} - \boldsymbol{v}$ (рис. 6.2, а) [1].

Крайнее правое положение поршня в цилиндре соответствует точке ***1*** – цилиндр заполнен воздухом (газом) с параметрами $\boldsymbol{p_1}$, $\boldsymbol{v_1}$ и $\boldsymbol{T_1}$, всасывающий клапан закрыт. При движении влево поршень сжимает заключенный в цилиндре воздух (газ). Процесс сжатия характеризуется в общем случае политропой **1 – 2** и заканчивается в точке **2**, в которой газ характеризуется параметрами $\boldsymbol{p_2}$, $\boldsymbol{v_2}$ и $\boldsymbol{T_2}$. В зависимости от условий сжатие может осуществляться по изотерме **1 – 2'»**, политропе **1 – 2**, адиабате **1 – 2'** и политропе **1 – 2»** с большим значением показателя $\boldsymbol{n}$. В идеальном компрессоре, в котором отсутствует сопротивление нагнетательных клапанов, момент окончания сжатия совпадает с моментом открывания нагнетательных клапанов и началом нагнетания газа в напорный трубопровод.

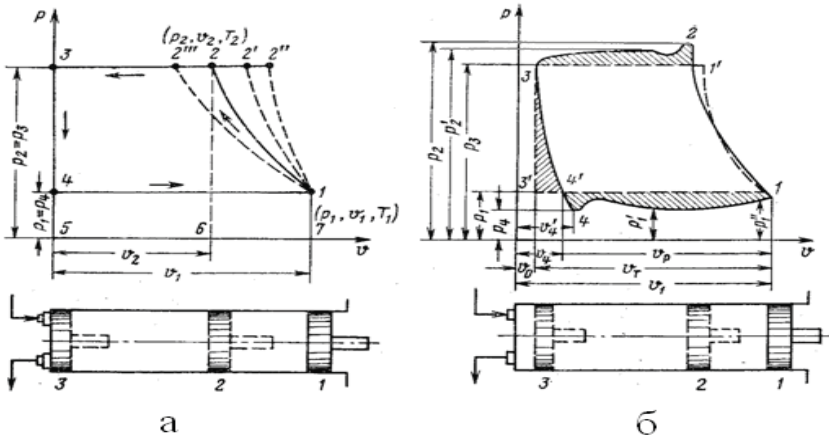


Рис. 6.2. Диаграммы одноступенчатого поршневого компрессора: идеального (*а*) и реального (*б*)

При движении поршня от точки **2** до точки **3** воздух из цилиндра выталкивается в нагнетательный трубопровод, при этом давление p_2 и температура T_2 не изменяются. Процесс протекает по линии **2 – 3** (**2' – 3, 2'' – 3, 2''' – 3**), которая называется линией нагнетания. В крайнем левом положении поршня (точка **3***)* нагнетательный клапан (клапаны) закрывается. С началом движения поршня вправо давление в цилиндре падает до давления p_1 во всасывающем трубопроводе и открывается всасывающий клапан. При движении поршня вправо происходит процесс заполнения цилиндра газом (всасывание); линия **4** называется линией всасывания. Процесс всасывания заканчивается в точке **1**, и затем цикл повторяется.

Работа, затрачиваемая в цикле компрессора, пропорциональна площади *f* диаграмм:
работа сжатия

$$L_{сж} = k \cdot f_{1\text{-}2\text{-}6\text{-}7}; \tag{6.1}$$

работа нагнетания

$$L_{н} = k \cdot f_{2\text{-}3\text{-}5\text{-}6}; \tag{6.2}$$

работа всасывания

$$-L_{вс} = k \cdot f_{1\text{-}4\text{-}5\text{-}7}. \tag{6.3}$$

Здесь k – масштабный коэффициент.

Знак «минус» в выражении (6.3) указывает, что в момент всасывания система вместе с поступающим газом получает извне часть энергии, на величину которой уменьшается общее количество работы за цикл.

Таким образом, суммарная работа цикла компрессора

$$L_{\text{п}} = L_{\text{сж}} + L_{\text{н}} - L_{\text{вс}} . \qquad (6.4)$$

Приводя затраченную работу к удельной, т. е. к работе, затрачиваемой на сжатие 1 кг газа, получаем $l_{\text{п}} = l_{\text{сж}} + l_{\text{н}} - l_{\text{вс}}$ или

$$l_{\text{п}} = -\int_{v_1}^{v_2} p \cdot dv + p_2 \cdot v_2 - p_1 \cdot v_1 . \qquad (6.5)$$

Действительный процесс в одноступенчатом компрессоре

Работа реального компрессора и термодинамические процессы, совершающиеся при этом, в действительности значительно отличаются от работы и процессов, происходящих в идеальном компрессоре. Это отличие, прежде всего, заключается в том, что в цилиндре реального компрессора после окончания процесса нагнетания (крайнее левое положение поршня) остается определенное количество газа объемом $\boldsymbol{v_0}$, сжатого до давления нагнетания $\boldsymbol{p_3}$. Во время процесса всасывания этот газ расширяется и заполняет часть объема цилиндра, уменьшая производительность компрессора. Поэтому пространство цилиндра, заполняемое этим остаточным газом, называется «вредным».

Вредный объем газа складывается из объема, образующегося в зазоре между поверхностью поршня (до первого уплотнительного кольца) и поверхностью цилиндра, а также объема клапанной коробки и газовых каналов в клапане до рабочей пластины.

Второй особенностью работы реального компрессора является тот факт, что при его работе происходит непрерывное изменение параметров состояния $\boldsymbol{p}$, $\boldsymbol{v}$ и $\boldsymbol{T}$, обусловленное наличием затрат энергии на преодоление гидравлических сопротивлений при перемещении газа внутри цилиндра от приемного трубопровода до напорного, а также наличием теплообмена, имеющего различную интенсивность для каждого момента цикла компрессора.

Диаграмма цикла реального компрессора изображена на рис. 6.2., ***б***. На этой же диаграмме для сравнительной оценки пунктирными линиями нанесена диаграмма **1-1'-3-3'** для случая, если бы компрессор рабо-

тал по идеальному циклу, а расширение газа, оставшегося во вредном пространстве, не влияло бы на производительность компрессора. Действительный цикл компрессора отличается от теоретического.

Процесс сжатия (линия **1 – 2***)* в общем случае происходит по политропе с переменным, в течение сжатия, показателем ***n***. Сжатие заканчивается в точке **2** при давлении p_2, которое больше давления в напорном трубопроводе p_3 на величину $\Delta p_н = p_2 - p_3$. Перепад давлений $\Delta p_н$ необходим для преодоления сопротивления пружин напорного клапана и сил инерции подвижных элементов последнего.

Процесс нагнетания (линия **2 – 3***)* после открывания клапанов характеризуется уменьшением давления (уменьшается необходимый перепад давлений) и затем некоторым его возрастанием до p_2, в связи с увеличением скорости поршня и, следовательно, скорости газа. Максимальное значение давления соответствует максимуму скорости поршня в его среднем положении. При дальнейшем движении поршня скорость его снижается и уменьшается постепенно давление, пока в точке **3** оно не станет равным давлению в напорном трубопроводе p_3. Скорость поршня в этой точке равна нулю.

Процесс расширения газа, заключенного во вредном пространстве (линия **3 – 4***)*, происходит в общем случае по политропе, в связи с чем его объем v_4 при давлении p_1 в приемном трубопроводе больше объема v_0 вредного пространства $v_4 > v_0$.

Процесс всасывания (линия **4 – 1***)* начинается при давлении p_4, которое ниже давления p_1 в приемном трубопроводе, в связи с необходимостью иметь перепад давлений $\Delta p_в = p_4 - p_1$ на преодоление сопротивлений и инерции всасывающего клапана (аналогично, как и для случая нагнетания). Давление при всасывании изменяется дальше по кривой, имеющей минимальное давление p'_1, соответствующее максимуму скорости поршня и газа. Из-за наличия сопротивлений во всасывающих каналах давление p''_1 в конце всасывания (после остановки поршня в крайнем правом положении и закрывании всасывающего клапана) будет ниже давления во всасывающем трубопроводе p_1.

6.4. Многоступенчатое сжатие

Степень повышения давления (отношение $p_к/p_н$) воздуха (газа) в одной ступени компрессора ограничивается конечной температурой сжатого воздуха, возможностями передачи энергии воздушному потоку ра-

бочим колесом в турбокомпрессорах, требованиями экономичности и другими факторами. Согласно Правилам безопасности для угольных и сланцевых шахт, во избежание взрыва конечная температура сжатого воздуха не должна превышать 170˚С [1, 7].

Степень повышения давления в одной ступени объемных компрессоров обычно не превышает 5, а у центробежных компрессоров ε = 1,3 – 1,5, и компрессоры выполняются многоступенчатыми. Шахтные объемные компрессоры с конечным давлением до 0,9 МПа изготовляются двухступенчатыми, а центробежные турбокомпрессоры шестиступенчатыми.

Поскольку наиболее экономичным является изотермический процесс, при работе шахтных и других компрессоров применяется их охлаждение. Хотя в реальных компрессорах не представляется возможным осуществить изотермический процесс сжатия, охлаждение способствует снижению потребляемой мощности. Применяются следующие способы охлаждения сжимаемого воздуха (газа): в промежуточных и концевых холодильниках впрыскиванием в зону сжатия охлаждающей жидкости (воды, масла), за счет испарения которой при впрыскивании снижается температура сжимаемого газа; охлаждение поверхностей рабочих органов компрессоров с помощью охлаждающих рубашек [1, 7, 15].

Процесс многоступенчатого сжатия показан на диаграммах в координатах $p - v$ и $T - S$ (рис. 6.3) [1].

При одноступенчатом сжатии без охлаждения сжатие осуществляется по политропе **1 – 2' – 3'**. При этом по сравнению с изотермическим сжатием дополнительно затрачивается работа, эквивалентная площади, заключенной между кривыми **1 – 2 – 3**, (изотермой) и **1 – 2' – 3'** (политропой).

При многоступенчатом компрессоре с промежуточным охлаждением газа процесс будет протекать по ступенчатой линии **1 – 2' – 2 – 3" – 3**, и будет приближаться к идеальному изотермическому тем ближе, чем большее число ступеней будет иметь компрессор.

Следует отметить, что для идеального многоступенчатого компрессора принимают, что показатели политропы для всех ступеней сжатия одинаковы и охлаждение газа в промежуточном холодильнике после каждой ступени производится до температуры всасывания в первую ступень.

При таких допущениях процесс сжатия в первой ступени изобразится отрезком политропы **1 – 2'**, параметры газа с p_1, T_1 изменятся до p_2, T_2, а его v_1 уменьшится до v'_2. После сжатия воздух поступает в про-

межуточный холодильник, процесс охлаждения газа в котором изобразится отрезком изобары **2'** – **2**. При этом точка **2** находится на изотерме T_1=*const*, а обьем уменьшается дополнительно до v_2. От точки **2** сжатие продолжается во второй ступени по политропе **2** – **3"** и т. д., в результате полный процесс сжатия идет по линии **1** – **2'**- **2** – **3"**- **3** – **4"**. Заштрихованная площадь **2** – **2'**- **3'**- **3"** эквивалентна работе, сэкономленной в двухступенчатом компрессоре при наличии промежуточного охлаждения. Площадь S_2' – **2'**- **2** – S_2 под изобарой **2** – **2'** эквивалентна отведенному промежуточным холодильником количеству теплоты после первой ступени.

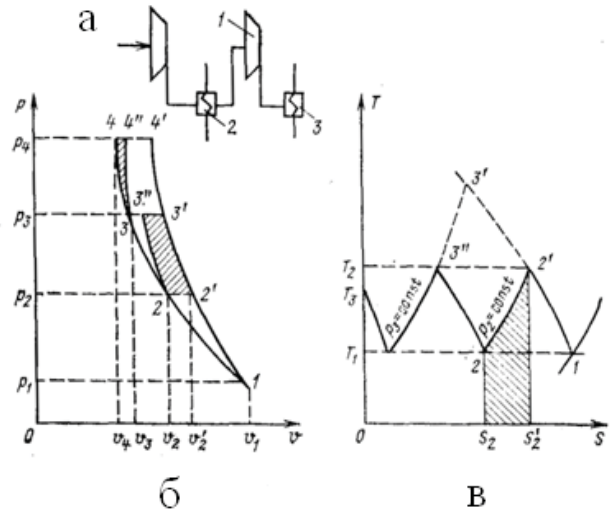


Рис.6.3. Схема компрессора с промежуточными холодильниками и диаграммы многоступенчатого сжатия

При постоянном показателе политропы для ступеней удельная работа, затраченная в двухступенчатом компрессоре, составляет

$$l = l_1 + l_2 = \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] + \frac{n}{n-1} p_2 v_2 \left[\left(\frac{p_3}{p_2} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right].$$

Аналогично определяется удельная работа и для компрессора с z ступенями сжатия. При одинаковых ступенях сжатия

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 ... = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_3}{p_2} = \frac{p_4}{p_3} = ... = \varepsilon_i$$

удельные работы на сжатие в каждой ступени одинаковы – $l_1 = l_2 = l_3 = ... = l_i$, выражение для удельной работы l_Z, затрачиваемой в многоступенчатом компрессоре, будет иметь вид

$$l_Z = \frac{zn}{n-1} p_1 v_1 \left[\left(\varepsilon_1\right)^{\frac{n-1}{zn}} - 1 \right].$$

Температура воздуха (газа) в конце сжатия

$$T_К = T_Н \left(\varepsilon_i\right)^{\frac{n-1}{nz}} .$$

Принятое распределение давлений $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = ... = \varepsilon_i$ по ступеням в многоступенчатом компрессоре является наивыгоднейшим по условию обеспечения минимальной работы сжатия. Степень повышения давления в одной ступени компрессора определяется выражением

$$\varepsilon_i = \sqrt[z]{\varepsilon} ,$$

где $\varepsilon = p_к / p_н$ – степень повышения давления в компрессоре с z ступенями сжатия.

Коэффициенты полезного действия компрессоров

Полный или эффективный, к.п.д. компрессора равен

$$\eta_{эф} = \eta_{вн} \cdot \eta_{об} \cdot \eta_м .$$

Внутренний к.п.д. $\eta_{вн}$ характеризует совершенство процесса передачи газу энергии рабочими органами компрессоров по отношению к теоретическим процессам

$$\eta_{вн} = l_{пз} / l_{вн},$$

где $l_{пз}$ – полезно затраченная работа; $l_{вн}$ – энергия, подводимая непосредственно к рабочим органам компрессора.

Объемный к.п.д. $\eta_{об}$, которым учитываются потери энергии в связи с протечками сжатого воздуха,

$$\eta_{об} = \frac{Q_т - Q_{ут}}{Q_т} = (1 - \frac{Q_{ут}}{Q_т}) ,$$

где $Q_{ут}$ – величина утечек, м^3/с.

Механический к.п.д. $\eta_м$ характеризует потери энергии в приводе рабочих органов компрессора

$$\eta_м = \frac{l_{вн}}{l_{пр}},$$

где $l_{пр}$ – удельная энергия, подводимая к валу компрессора.

Объемный к.п.д. для лопаточных компрессоров высок: $\eta_{об} \approx 0{,}99$, и его обычно не учитывают. Для объемных, в частности поршневых, компрессоров он ниже, и его необходимо принимать во внимание. Механический к.п.д. $\eta_м$ определяется обычными методами, известными из механики машин.

Рассмотрим более подробно внутренний к.п.д. $\eta_{вн}$ компрессоров. В отличие от насосов и вентиляторов, его не представляется возможным оценить как отношение полезного напора к затраченному, т. е. как отношение сообщенной газу энергии ко всей подведенной. Этот парадоксальный, на первый взгляд, факт объясняется невозможностью выделить полезно затраченную энергию при охлаждении (отводе теплоты) компрессоров. Это наглядно видно, например, в случае изотермического процесса сжатия, при котором вся переданная газу работа преобразуется в теплоту, отводимую во внешнюю среду. К.п.д. компрессора с таким процессом должен был бы равняться нулю. На самом же деле, как отмечалось уже выше, изотермический процесс сжатия газа – самый выгодный по затратам энергии, поэтому теплота, отведенная при охлаждении, не может считаться бесполезно затраченной. Поэтому совершенство компрессорных процессов принято оценивать при помощи относительных термодинамических к.п.д. – изотермического $\eta_{из}$ (для охлаждаемых компрессоров), изоэнтропического (обратимого адиабатного) $\eta_{иэ}$ (для неохлаждаемых)

$$\eta_{из} = \frac{l_{из}}{l_{вн}} \qquad \eta = \frac{l_{иэ}}{l_{вн}}.$$

В этих процессах к.п.д. принимается условно в качестве полезной работы, затрачиваемой в идеальном компрессоре соответственно при изотермическом и изоэнтропическом или обратимом адиабатном (поэтому этот к.п.д. называют также адиабатным).

Изотермический к.п.д. применяется для оценки совершенства внутренних процессов компрессоров с интенсивным водяным охлаждением (поршневых и роторных), изоэнтропический к.п.д. – для оценки неохлаждаемых компрессоров (центробежных и осевых).

С помощью изотермического и изоэнтропического к.п.д. производится сравнительная оценка совершенства действительного и идеального компрессоров (идеальный принят за эталон).

Ориентировочно для одноступенчатого поршневого компрессора $\eta_{из} = 0,5 – 0,8$; $\eta_{из} = 0,85$, для одной ступени центробежного компрессора $\eta_{из} = 0,5 – 0,7$, $\eta_{из} = 0,75 – 0,80$.

Мощность на валу компрессора определяется по одному из процессов сжатия – изотермическому или изоэнтропическому (адиабатному).

Номинальную мощность двигателя компрессора принимают на 10 – 20 % выше расчетной из-за возможного отклонения действительного режима работы от расчетного в связи с загрязнением холодильника, неплотностью клапанов и т. п.

6.5. Регулирование производительности и давления компрессоров

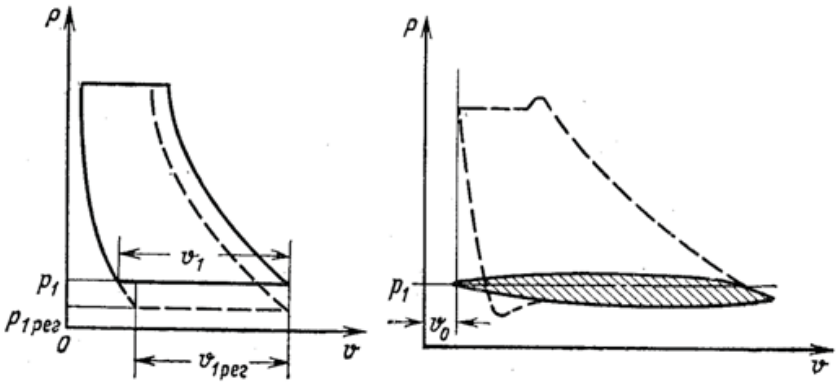
Регулирование производительности компрессоров приходится осуществлять в связи с переменным расходом сжатого воздуха в сети.

Кратковременное несоответствие расхода и производительности компрессоров (компрессора) компенсируется воздухосборником, устанавливаемым на компрессорной станции при использовании поршневых компрессоров, и емкостью пневматической сети. В других случаях регулирование осуществляется специальными системами регулирования, которые должны обеспечивать плавность изменения производительности и экономичность регулирования [1].

Регулирование производительности может осуществляться периодически прекращением подачи воздуха в сеть, ступенчатым и плавным изменением производительности. Периодическое прекращение подачи может производиться остановкой компрессоров. Ступенчатое регулирование производительности компрессорной станции эффективно производить изменением числа одновременно работающих компрессоров. Плавное регулирование может осуществляться следующими способами:

1. Регулирование изменением частоты вращения привода наиболее экономично с точки зрения затрат энергии на сжатие. Однако из-за большой сложности регулируемого электрического привода этот способ не нашел пока практического применения на поршневых компрессорах, применяемых в горной промышленности.

2. Регулирование дросселированием на линии всасывания, т. е. увеличение сопротивления (частичным перекрытием) всасывающего трубопровода, обеспечивает понижение давления во всасывающей полости цилиндра компрессора с p_1 до $p_{1рег}$. Это приводит к уменьшению количества поступающего воздуха (газа) в цилиндр за один ход поршня с v_1 до $v_{1рег}$ (рис. 6.4, ***а***). При этом увеличиваются степень повышения давления воздуха и его конечная температура, что недопустимо для шахтных компрессоров. Регулирование дросселированием всасывания не получило распространения.



а б

Рис. 6.4. Индикаторные диаграммы при регулировании дросселированием на всасывании (а) и отжимом всасывающих клапанов (б)

3. Регулирование перепуском воздуха (газа) с нагнетания на всасывание с помощью, например, байпасного трубопровода обеспечивает изменение производительности компрессора и при нулевой производительности получение холостого хода. Способ регулирования неэкономичен и может приводить к повышению температуры.

4. Регулирование отжимом всасывающих клапанов основано на том, что при сжатии часть сжимаемого воздуха при неполном (негерметичном) закрывании всасывающих клапанов выталкивается обратно во всасывающий трубопровод. Для регулирования этим способом всасывающие клапаны снабжаются специальным устройством, отжимающим пластины клапанов при сжатии.

Индикаторная диаграмма цилиндра с регулирующим устройством для отжима пластин клапанов приведена на рис. 6.4, ***б,*** ее площадь заштрихована. На том же рисунке пунктиром показана для сравнения индикаторная диаграмма при выключенном устройстве или его отсутствии.

5. Регулирование воздействием на всасывающие клапаны является простым и распространенным способом снижения производительности поршневых компрессоров общего назначения.

Недостатком способа являются затраты энергии при холостом ходе компрессора, которые составляют около 15 % мощности, потребляемой компрессором при полной нагрузке.

6. Регулирование включением дополнительных вредных пространств позволяет снизить производительность за счет уменьшения количества всасываемого воздуха (газа). Сжатый при нагнетании воздух (газ), заключенный в дополнительном вредном пространстве, во время всасывания частично заполняет рабочее пространство цилиндра, уменьшая соответственно производительность компрессора.

По экономичности этот способ регулирования равноценен регулированию отжимом пластин всасывающего клапана.

Последние три способа применяются для регулирования производительности поршневых компрессоров на горных предприятиях.

6.6. Ротационные и лопастные компрессоры

Классификация компрессоров

Ротационными называются компрессорные машины с вращательным движением поршня. К ним относится большая группа компрессоров, у которых рабочим органом являются один или два ротора. Процесс сжатия газа в таких компрессорах протекает в непрерывно уменьшающемся замкнутом объеме, заключенном между вращающимся ротором и корпусом или между двумя роторами. Они относятся к машинам объемного типа и по принципу сжатия газа не отличаются от поршневых.

Различают винтовые компрессоры, ротационно-пластинчатые, водокольцевые и двухроторные.

Преимущества ротационных компрессоров: компактность при относительно высоких производительностях, отсутствие рабочих клапанов, равномерность подачи и динамическая уравновешенность.

Их недостатком является ограниченность конечного давления.

Принцип действия и устройство винтовых компрессоров

Различают два типа винтовых компрессоров: сухого сжатия, которые сжимают воздух (газ), не загрязненный маслом, и маслозаполненные, в полость сжатия которых в больших количествах впрыскивается масло (масса масла в 6 – 8 раз превышает массу сжимаемого воздуха), охлаждающее сжимаемый воздух (газ) и уплотняющее зазоры между рабочими органами.

Винтовые компрессоры относятся к группе объемных машин, у которых воздух сжимается за счет уменьшения его объема в рабочей полости, образованной зубьями и впадинами двух параллельно расположенных винтов-роторов, при вращении не соприкасающихся между собой и с корпусом компрессора. Воздух из всасывающего патрубка поступает в винтовые каналы между роторами и корпусом; после поворота роторов на некоторый угол две впадины соединяются между собой, образуя парную впадину. Попавший в это пространство воздух изолируется от всасывающего патрубка, а затем сжимается при постепенном заполнении зубьями одного ротора впадин другого. Сжатие продолжается до тех пор, пока непрерывно уменьшающийся объем парной полости со сжатым воздухом не подойдет к кромке окна нагнетания, т. е. до соединения заполненной сжатым воздухом полости с выхлопным окном. Сжатие заканчивается, далее происходит выталкивание сжатого воздуха.

Роторы имеют форму винтов с большим углом подъема и, как правило, разным числом зубьев (например, четыре – на ведущем и шесть – на ведомом). Частота вращения ведущего ***2*** ротора выше, чем ведомого ***3*** (обратно пропорционально числу зубьев). Ведущий ротор имеет выпуклые зубья, а ведомый – вогнутые (рис. 6.5) [1].

Роторы вращаются в подшипниках скольжения или качения и имеют шестерни, благодаря которым осуществляется их жесткая кинематическая связь.

Между роторами обеспечивается необходимый зазор, исключающий непосредственный контакт между их винтовыми поверхностями и уменьшающий их износ.

На торцах винтовой части роторов, а также на наружном диаметре, предусмотрены уплотнительные усики, выполненные за одно целое с роторами или зачеканенные в профрезерованные узкие канавки.

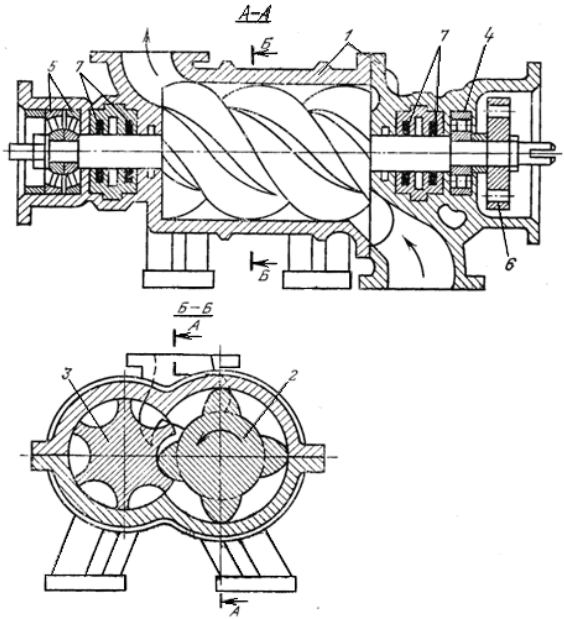


Рис. 6.5. Схема винтового компрессора:
1 – корпус; ***2*** – ведущий ротор; ***3*** – ведомый ротор;
4 и ***5*** – подшипники роторов; ***6*** – шестерня, ***7*** – уплотнения

Рабочий процесс винтового компрессора и его производительность

Рабочий процесс в винтовом компрессоре аналогичен рабочему процессу поршневого (всасывание, сжатие и нагнетание). Особенностью его является постоянная величина конечного давления $p_к$ независимо от давления $p_с$ в нагнетательном трубопроводе. Индикаторная диаграмма несколько отличается от диаграммы поршневого компрессора. При работе винтового компрессора в расчетном режиме $p_к = p_с$ и диаграмма аналогична теоретической диаграмме поршневого компрессора, не имеющего практически вредного пространства $p_к > p_с$, давление газа при выходе его из компрессора уменьшается. При $p_к < p_с$ давление сжатого газа на выходе из компрессора резко возрастает. В нерасчетных режимах дополнительные затраты мощности увеличиваются. Дополнительные затраты энергии на сжатие определяются заштрихованными площадками диаграмм.

Процесс сжатия в винтовых компрессорах из-за большой частоты вращения ротора происходит за короткий промежуток времени < 0,01 с, и теплообмен между стенками компрессора и сжимаемым воздухом практически не успевает произойти.

Принцип действия и устройство центробежных компрессоров

По принципу действия центробежные компрессоры аналогичны центробежным вентиляторам и насосам. Сжатие воздуха (газа) осуществляется аэродинамическими силами, возникающими при взаимодействии лопаток вращающегося рабочего колеса с потоком воздуха (газа).

Поскольку степень повышения давления в одном рабочем колесе (в одной ступени) невелика, на горных предприятиях применяются многоступенчатые компрессоры, состоящие из нескольких ступеней, в которых воздух сжимается последовательно. При этом поток воздуха из предыдущей в последующую ступень может поступать непосредственно или проходя через промежуточный холодильник и охлаждаясь в нем. Ступень, из которой поток поступает в промежуточный холодильник или в пневматическую сеть, называют концевой.

К рабочему колесу воздух (газ) подводится через входное устройство, которое должно обеспечивать равномерное распределение скорости потока по его сечению. Для этого входное устройство выполняется тщательно спрофилированным и с конфузорным характером течения потока. Скорость входа потока в рабочие колеса современных центробежных компрессоров достигает 100-150 м/с и более. Увеличение скорости благоприятно сказывается на равномерности потока и позволяет уменьшать габариты компрессора.

Для предварительного закручивания потока перед рабочим колесом входные устройства некоторых компрессоров, например фреоновых, снабжаются лопастным направляющим аппаратом, аналогичным направляющим аппаратам вентиляторов.

Из рабочего колеса ***1*** поток сжатого воздуха (газа), абсолютная скорость которого достигает 500 – 600 м/с, попадает обычно в кольцевой безлопаточный диффузор ***2*** и далее в диффузор ***3*** (рис. 6.6) [1].

Диффузор ***2*** представляет собой кольцевое пространство небольшой радиальной протяженности и служит в основном для выравнивания поля скоростей потока, выходящего из рабочего колеса. Диффузор ***3*** может быть выполнен лопаточным или реже канальным. Он предназначен для преобразования кинетической энергии в потенциальную.

Процесс преобразования в нем происходит с большей эффективностью, чем в безлопаточном диффузоре.

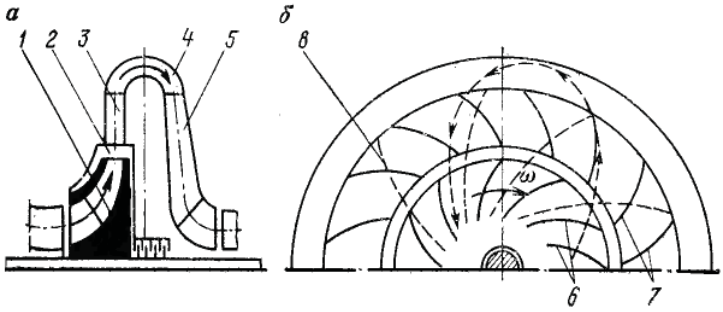


Рис. 6.6. Схемы промежуточной секции центробежного компрессора и ее разрез по линии тока газа:
1 – рабочее колесо; ***2*** и ***3*** – безлопаточный кольцевой и лопаточный диффузоры;
4 – колено; ***5*** – обратный лопаточный направляющий аппарат;
6 – лопатки рабочего колеса; ***7*** и ***8*** – лопатки диффузора ***3*** и обратного направляющего аппарата ***5*** соответственно

Из лопаточного диффузора ***3*** промежуточной секции компрессора поток поступает по колену ***4*** в обратный направляющий лопаточный аппарат ***5***, который одновременно играет роль и диффузора, дополнительно преобразующего кинетическую энергию в потенциальную.

Из лопаточного диффузора ***3*** концевой секции компрессора поток поступает в выходное устройство – спиральную камеру (улитку) и далее в концевой диффузор.

По сравнению с поршневыми центробежные компрессоры имеют следующие преимущества: большую компактность (меньшие габариты и массу компрессора и фундамента); отсутствие масс с возвратно-поступательным движением, а также всасывающих и нагнетательных клапанов (имеется обратный клапан); большую частоту вращения приводного вала и высокую производительность компрессора (обычно более 100 м^3/мин); равномерность подачи сжатого воздуха; безопасность работы в связи с отсутствием примесей смазочного масла в сжатом воздухе; малый расход смазочного масла; возможность прямого соединения с быстроходной турбиной или электродвигателем; более дешевое обслуживание.

Недостатки центробежных компрессоров: трудность и даже невозможность изготовления компрессоров малой производительности; несколько меньший к.п.д. самого компрессора; ограниченность степени сжатия и трудность получения высоких давлений (для горных предприятий, где в основном требуются небольшие давления, этот недостаток не существенен); возможность устойчивой работы в определенных границах производительностей и, как у всех турбомашин, более сложная параллельная работа; невозможность частых включений и выключений компрессора.

Центробежные компрессоры предпочтительнее при больших производительностях компрессорных станций (200 м^3/мин и более).

6.7. Компрессорные станции. Вспомогательное оборудование компрессорных станций

Компрессорной станцией называется совокупность нескольких компрессорных установок, работающих на общую пневматическую сеть.

Компрессорная установка включает компрессор, его привод, вспомогательное оборудование, а также средства контроля и автоматизации.

Компрессорные станции, кроме компрессорных установок, снабжаются вспомогательным оборудованием: всасывающими фильтрами, концевыми охладителями, воздухосборниками (при использовании поршневых компрессоров), глушителями шума, насосами и др.

Здание компрессорной станции имеет машинный зал и другие помещения, например, для электрических распределительных устройств, насосов системы охлаждении, хранения смазочных материалов и т. д. Компрессоры располагаются в машинном зале в один ряд с проходами между ними не менее 1,5 м. Вспомогательное оборудование на крупных компрессорных станциях размещается в подвальных помещениях. Воздухосборники и фильтры для приема воздуха обычно выносятся за пределы здания [7].

Компрессорные установки соединяются воздухопроводами, снабженными контрольно-измерительными приборами, запорной и предохранительной арматурой. На рис. 6.1 приведена примерная схема компрессорной установки с поршневыми компрессорами.

Основными параметрами компрессорной станции являются производительность и рабочее давление сжатого воздуха. Эти параметры являются исходными при выборе типа и числа компрессоров.

Вспомогательное оборудование компрессорных станций и установок

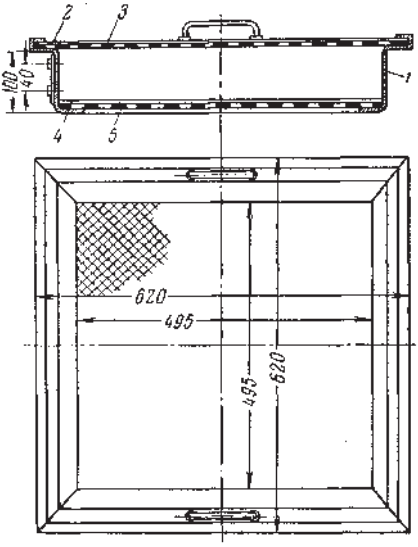


Рис. 6.7. Схема фильтра для очистки всасываемого воздуха:
1 – корпус; ***2, 4*** – рамки; ***3, 5*** – сетки

Всасывающие фильтры служат для очистки всасываемого компрессором воздуха от пыли и других механических примесей. Фильтры устанавливаются индивидуально на каждую компрессорную установку или для группы установок. Для поршневых компрессоров предпочтительнее установка групповых фильтров, так как на работе фильтра меньше сказывается пульсация и возможно осуществить наддув воздуха в компрессоры вентилятором (рис. 6.7) [5].

Конструктивно фильтр состоит из нескольких кассет, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда, передняя и задняя грани которого выполнены из металлической сетки.

Очистка воздуха в фильтрах происходит следующим образом: проходя через заполнитель, воздушный поток многократно изменяет направление; под действием центробежной силы движущиеся по криволинейной траектории частицы пыли прижимаются к смоченной поверхности и прилипают к ней.

Охладители воздуха и масла представляют собой модификации конструкции холодильников двух типов: кожухотрубных холодильников, в межтрубном пространстве которых движется охлаждаемый воздух или масло системы смазки, а по трубкам – охлаждающая вода из холодильников труба в трубе, в которых воздух проходит по внутренней трубе, а охлаждающая вода – по кольцевому пространству между внутренней и наружной трубами.

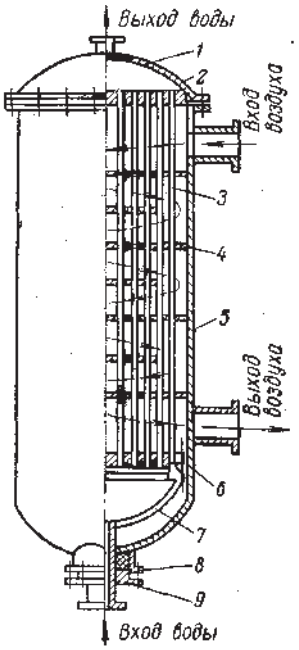


Рис. 6.8. Схема промежуточного холодильника:
1 – верхняя крышка;
2 – верхняя трубная плита;
3 – трубка; ***4*** – перегородка;
5 – кожух; ***6*** – нижняя трубная плита; ***7*** – нижняя крышка;
8 – сальниковая втулка;
9 – сальниковая крышка

Воздушные холодильники по месту их установки делятся на промежуточные (рис. 6.8), устанавливаемые между ступенями компрессора, и концевые, располагаемые после компрессора.

Концевые воздушные холодильники устанавливаются на стационарных компрессорных станциях при температуре сжатого воздуха на выходе из последней ступени свыше 170 ˚С. Концевые охладители устанавливаются для стационарных поршневых компрессоров при производительности $Q > 10$ м^3/мин. На турбокомпрессорах они предусматриваются в отдельных случаях [1, 5, 15].

При охлаждении сжатого воздуха происходят конденсация и выделение в капельном состоянии воды и масла. Выпадение конденсата в коммуникациях компрессора и трубопровода увеличивает интенсивность окисления нагара, уменьшает проходные сечения трубопроводов, может создать пробки в холодное время года, возможно также частичное и полное обмерзание трубопроводов. Для предотвращения этого конденсат выделяется из сжатого воздуха в специальных аппаратах – масловлагоотделителях.

В масловлагоотделителях поток воздуха имеет ряд поворотов и резких изменений сечения, что способствует со-

биранию жидких частиц в крупные капли. Под действием центробежной силы на криволинейных участках траектории капли прижимаются к стенкам, по которым стекают в нижнюю часть аппарата и с помощью спускных кранов периодически удаляются из сети.

Масловлагоотделитель обычно устанавливается непосредственно после *II* ступени компрессора. При открытой разработке месторождений полезных ископаемых обязательна установка масловлагоотделителя на участке с температурой сжатого воздуха, приближающейся к 0°С.

На рис. 6.9. приведена схема масловлагоотделителя с отбойной доской, широко применяемого в компрессорных станциях горных предприятий [5].

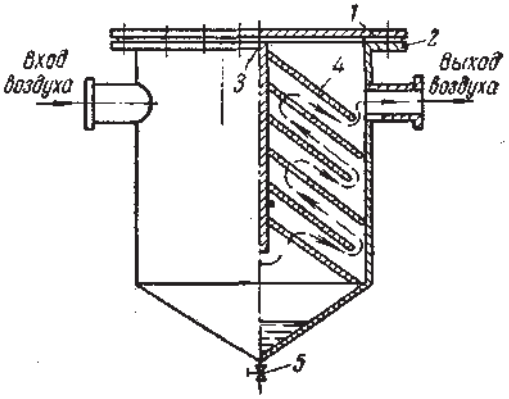


Рис. 6.9. Схема масловлагоотделителя:
1 – крышка; ***2*** – корпус; ***3*** – отбойная доска; ***4*** – перегородка;
5 – продувочный вентиль

Воздухосборник представляет собой клепаный или сварной сосуд заводского изготовления. Воздухосборник относится к сосудам, работающим под давлением, поэтому их освидетельствование и надзор за ними осуществляются инспекцией Ростехнадзора, а эксплуатация должна производиться строго в соответствии с правилами этой организации (рис. 6.10) [5].

Воздухосборник имеет несколько назначений:

1) аккумулировать запас сжатого воздуха при недогрузках компрессора и отдавать его в сеть по мере надобности, предотвращая колебания из-за неравномерности потребления воздуха;

2) сглаживать пульсации давления, вызванные характером работы поршневого компрессора; смягчение пульсации давления улучшает условия работы потребителей и снижает потери давления в сети;

3) служить емкостью для сбора конденсата и некоторого охлаждения воздуха.

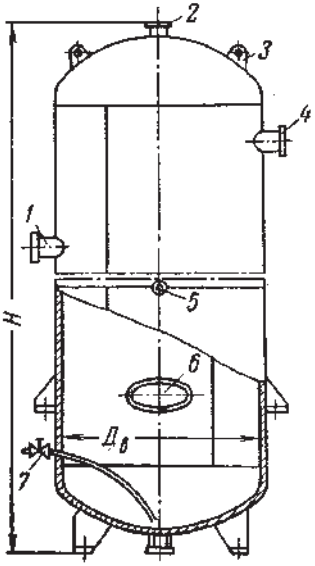


Рис. 6.10. Схема воздухосборника:
1 и ***4*** – фланец воздухопровода;
3 – проушины для монтажа воздухосборника;
5 – фланец для манометра;
6 – лаз с крышкой;
7 – продувочный вентиль

Практически в силу незначительности объема воздухосборника, по сравнению с объемом воздухопроводной сети, его влияние как аккумулятора и демпфера мало ощутимо – воздухопроводная сеть без воздухосборника эффективно выполняет его первую и вторую функции.

Между тем воздухосборник является наиболее опасным элементом пневматической установки, так как в нем при высокой температуре сосредоточены большие количества нагара; взрыв воздухосборника обладает большой разрушительной силой ввиду сосредоточения большого объема сжатого воздуха.

В настоящее время имеются предложения устранить на пневматических установках воздухосборники, заменив их комбинированным масловлагоотделителем и холодильником.

На каждый воздухосборник заводится техническая документация – паспорт и шнуровая книга, в которых приведены данные завода-изготовителя и сведения эксплуатационного характера об осмотрах, ревизиях, испытаниях и ремонтах [7].

Перед пуском в эксплуатацию и в дальнейшем через каждые 8 лет воздухосборник подвергается гидравлическому испытанию при давлении, в 1,5 раза превышающем рабочее. Ежегодно воздухосборник испытывается на герметичность; потеря давления в отключенном возду-

хосборнике за 1 ч не должна превышать 0,5 % при $V_в$ =1 – 3 м^3 и 0,25% при $V_в$ > 3 м^3 от первоначальной величины [7].

Дважды в год внутренняя поверхность воздухосборника осматривается и очищается от нагара и прочих наслоений, одновременно очищается и промывается содовым раствором воздухопровод между компрессором и воздухосборником [7]. Устанавливаются воздухосборники с теневой стороны за капитальной стеной компрессорной станции, в местах наименьшего скопления людей; для меньшего поглощения солнечных лучей их окрашивают светлой краской [7].

Предохранительные клапаны

Предохранительные клапаны являются автоматическими устройствами, ограничивающими повышение давления воздуха в системе. При повышении давления сверх допустимой величины предохранительный клапан должен открываться, выпуская воздух в атмосферу; с восстановлением рабочего давления клапан должен закрыться.

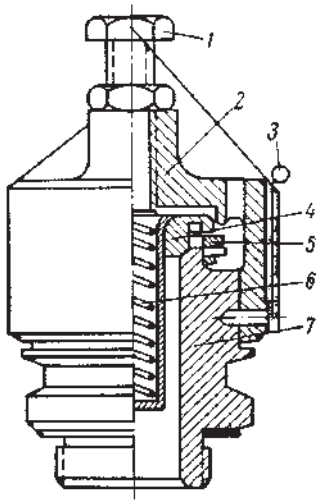


Рис. 6.11. Конструкция пружинного предохранительного клапана:
1 **–** винт для сжатия пружины;
2 – верхняя крышка; ***3*** – пломба;
4 – запорный орган; ***5*** – кольцо;
6 – рабочая пружина; **7** – корпус клапана

По величине подъема закрывающего органа клапаны подразделяются на полноподъемные и неполноподъемные.

Отношение высоты подъема к диаметру отверстия в седле у полноподъемных клапанов 1/4, у неполноподъемных 1/10 – 1/40.

По конструкции механизма, прижимающего запорный орган к седлу, предохранительные клапаны делятся на грузовые и пружинные.

На рис. 6.11 показана конструкция пружинного предохранительного клапана, устанавливаемого на компрессоре 160В-20/8 [5].

По правилам технической эксплуатации предохранительный клапан должен устанавливаться после каждой ступени

сжатия; обычно предохранительные клапаны установлены на промежуточных холодильниках и воздухосборниках.

Однако, если между воздухосборником и компрессором установлена задвижка, то со стороны компрессора до задвижки обязательно должен быть установлен предохранительный клапан; для многоступенчатых компрессоров предохранительные клапаны дублируются.

К устанавливаемому на компрессор клапану предъявляются следующие обязательные требования: проходное сечение клапана в открытом положении должно обеспечить пропуск полной производительности компрессора без дальнейшего повышения давления в системе.

6.8. Номенклатура и конструкция центробежных компрессорных установок

В горной промышленности для сжатия воздуха применяются центробежные турбокомпрессорные установки Хабаровского завода «Энергомаш» – К-500-61-1, К-250-61-1 (снят с производства), К-250-61-2 и Казанского компрессорного завода – ЦК-135/8 и ЦК-115/9. В обозначении: К – компрессор, Ц – центробежный, цифра после букв обозначает производительность компрессора в $м^3$/мин.

Компрессорная установка состоит из собственно турбокомпрессора, промежуточных холодильников, привода с редуктором и системы смазки.

Центробежные турбокомпрессоры выполняются многоступенчатыми и делятся на секции из двух-трех ступеней (рабочих колес) в каждой. Причем колеса одной секции изготовляются одинакового диаметра, а колеса различных секций – разного диаметра. Между ступенями сжатый воздух охлаждается, проходя через промежуточные холодильники.

Рабочие колеса современных центробежных компрессоров закрытого типа, т. е. имеющие передние и задние диски; снабжены лопатками, загнутыми назад с выходным углом 40 – 50°: число лопаток 14 – 28. Такие колеса работают при сравнительно высоких окружных скоростях (200 – 300 м/с) и обеспечивают большие напоры при сравнительно небольших габаритах.

Вал ротора гибкий, т. е. рассчитан таким образом, чтобы его номинальная частота вращения превышала критическую скорость.

Из-за большой частоты вращения ротора в турбокомпрессорах используются подшипники скольжении с залитыми баббитом вкладышами из стали. Смазка подшипников принудительная.

Компрессоры снабжаются внутренними (по покрывным дискам рабочих колес, валу и думмису) и концевыми (по валу) лабиринтными уплотнениями, которые уменьшают перетоки воздуха, газа между ступенями внутри машины, подсос воздуха и его утечки из компрессора.

Компрессоры К-500-61-1, К-500-61-2 и К-250-61-1 имеют аналогичную конструкцию узлов и подобные характеристики. Компрессоры имеют по шесть ступеней сжатия, их рабочие колеса ***1*** объединены в три секции, по два колеса в секции. С помощью диафрагм ***6*** внутренняя камера корпуса делится на ступени давления. Каждая диафрагма снабжена канальным диффузором и обратным направляющим аппаратом.

Осевое усилие, действующее на рабочие колеса ротора, уравновешивается давлением сжатого воздуха на разгрузочный поршень (думмис) ***7***, установленный на валу ***2*** за последним рабочим колесом. Не уравновешенная с помощью думмиса часть осевого усилия воспринимается специальным упорным подшипником ***3***.

Корпус компрессора чугунный, литой, с горизонтальным и вертикальными разъемами.

Компрессоры снабжены принудительной смазкой трущихся частей и автоматическим регулирующим устройством – дроссельной заслонкой во всасывающем трубопроводе, посредством которой поддерживается постоянное давление нагнетания, а также регулятором противопомпажной защиты, обеспечивающей автоматический выпуск в атмосферу избыточного количества воздуха при достижении компрессором критической производительности.

Компрессоры ЦК-135/8 и ЦК-119/9 конструктивно аналогичны и отличаются передаточным отношением редуктора и значениями некоторых параметров. Компрессор типа ЦК представляет собой машину с внешним охлаждением без направляющих аппаратов со спиральным отводом воздуха после каждой ступени и наружным перепуском воздуха из ступени в ступень. Ступени разбиты на две секции – низкого и высокого давления, заключенные в два отдельных корпуса.

В приводах компрессоров применяются повышающие частоту вращения одноступенчатые редукторы с двухвенечными шевронными зубчатыми парами и подшипниками скольжения.

Промежуточные воздухоохладители центробежных компрессоров – кожухотрубного типа. Охлаждаемый сжатый воздух попадает в межтрубное пространство и омывает пучки трубок, по которым циркулирует охлаждающая вода.

7. ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ

7.1. Шахтные подъемные установки. Назначение и классификация

Подъемные установки шахт (рудников) служат для выдачи на поверхность полезного ископаемого, породы, а также для спуска и подъема людей, оборудования и материалов.

Основные элементы подъемной установки (рис. 7.1): подъемная машина, подъемные сосуды (клети, скипы, бадьи), стальные канаты, загрузочные и разгрузочные устройства (при скиповом подъеме), приемные площадки (при клетевом подъеме), копер с направляющими шкивами и проводники [1].

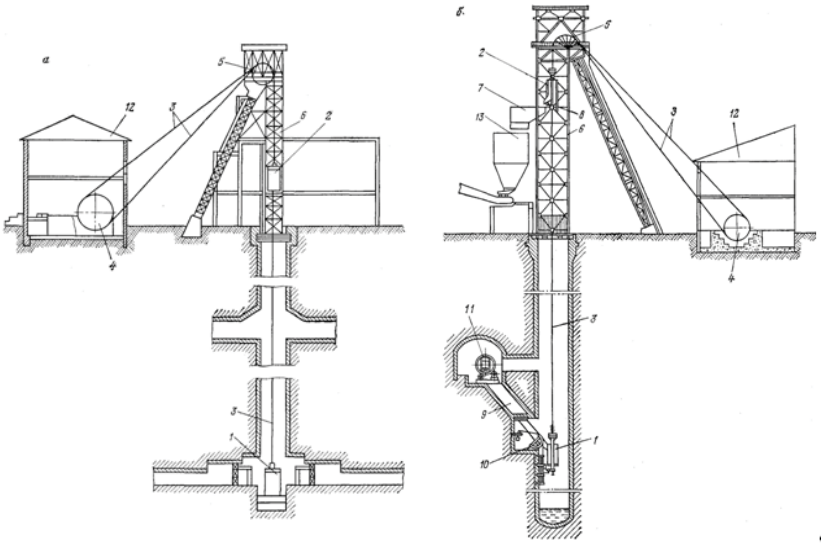


Рис. 7.1. Подъемные установки вертикальных стволов:
а – клетевая; ***б*** – скиповая; ***1*** и ***2*** подъемные сосуды соответственно под загрузкой и разгрузкой; ***3*** – канаты; ***4*** – подъемная машина; ***5*** – направляющие шкивы; ***6*** – копер; ***7*** – приемный бункер; ***8*** – разгрузочные кривые; ***9*** – загрузочный бункер; ***10*** – затвор дозировочного устройства; ***11*** – опрокидыватель вагонеток; ***12*** – здание подъемной машины; ***13*** – бункер

Подъемные сосуды перемещаются в стволе канатами, которые навиваются и свиваются с органов навивки подъемных машин установок. Сосуды движутся по проводникам, представляющим собой направляющие, уложенные по всей длине ствола.

При работе подъемных установок, оборудованных клетями (рис. 7.1, ***а***), груз поднимается в вагонетках, которые заталкиваются механическими толкателями в клеть на нижней приемной площадке околоствольного двора. Вагонетки в клети поднимаются на верхнюю приемную площадку надшахтного здания, расположенную выше устья ствола, и выталкиваются из ее опрокидной клети чаще всего порожними вагонетками, спускаемыми в шахту. Порожние вагонетки обычно выталкиваются груженными при их заталкивании в клеть.

Разгрузка опрокидных клетей на верхней приемной площадке производится без выталкивания вагонеток, а опрокидыванием платформы клети вместе с вагонеткой. Загрузка же опрокидных клетей в околоствольном дворе осуществляется так же, как и не опрокидных.

Для совмещения уровней рельсов в клети с рельсами откаточных путей на приемных площадках в околоствольных дворах и в надшахтных зданиях служат посадочные устройства для клетей двух видов: посадочные кулачки и качающиеся площадки. При подъеме груза скипами (рис. 7.1, ***б***) груженая вагонетка входит в опрокидыватель ***11*** околоствольного двора, опрокидывается и разгружается в бункер ***9***, из которого полезное ископаемое или порода через загрузочное устройство поступает в скип ***1***.

Загрузочные устройства скипов снабжаются оборудованием для дозировки груза, загружаемого в скип. Дозировка производится по объему или массе груза. Загрузочные устройства обеспечивают также герметизацию ствола для предотвращения попадания в него пыли и подсоса воздуха через грузовой ствол.

Поднятый на поверхность груженый скип ***2*** разгружается в приемный бункер *7*. Загрузка одного из подъемных сосудов в шахте и разгрузка другого на поверхности осуществляются одновременно.

Подъем в скипах, по сравнению с подъемом в клетях или вагонетках, требует меньшей продолжительности пауз, обеспечивает большую производительность и позволяет уменьшить штат обслуживающего персонала на приемных площадках.

Скиповой и клетевой подъемы применяют для транспортирования грузов по наклонным стволам с углом наклона свыше 25°. При угле на-

клона ствола до 25° полезное ископаемое доставляют обычно в вагонетках, из которых оно не высыпается, или при угле до 18° может быть применен конвейерный транспорт.

Подъемные установки классифицируются по следующим признакам [1]:

- назначению – главные, вспомогательные и проходческие;
- углу наклона ствола – вертикальные и наклонные;
- типу подъемных сосудов – скиповые, клетевые, скипо-клетевые и бадьевые;
- числу сосудов – однососудные и двухсосудные;
- числу подъемных канатов – одноканатные и многоканатные;
- типу органов навивки подъемных канатов – с цилиндрическими барабанами, с барабанами переменного радиуса и со шкивами трения;
- степени уравновешенности подъемной системы – неуравновешенные и уравновешенные.

Главные установки предназначены для выдачи добытого полезного ископаемого и оборудуются для этого скипами. Вспомогательные установки служат для спуска и подъема людей, а также различных грузов (породы, оборудования, материалов) и снабжаются подъемными сосудами – клетями, а для подъема породы – скипами. При этом они могут быть людские, грузовые и грузолюдские. Проходческие установки применяются при проходке и углубке стволов. Они служат для транспортирования грузов и людей и снабжаются подъемными сосудами – бадьями.

Современная шахта оборудуется несколькими (минимум двумя) подъемными установками – главными и вспомогательными.

7.2. Основные схемы подъемных установок

Наиболее простой является одноконцевая подъемная установка, у которой один конец каната крепится к подъемному сосуду (клети или скипу), а другой к органу навивки – барабану подъемной машины. При навивке каната на барабан осуществляется подъем сосуда. Такая подъемная установка имеет маленькую производительность, не уравновешена и обладает другими существенными недостатками.

На современных горных предприятиях применяются подъемные установки, выполненные по следующим схемам.

Установка с одно – или двухбарабанным органом навивки (рис. 7.2, ***а***) снабжается двумя канатами, к концам которых навешиваются два подъемных сосуда (или один сосуд и противовес) [1, 18].

При вращении органа навивки подъемной машины один канат навивается и подвешенный к нему сосуд поднимается по стволу, а другой канат свивается с барабана и подвешенный к нему сосуд опускается. По окончании цикла, когда один сосуд будет поднят и разгружен, а второй опущен и загружен, подъемная машина реверсируется, и сосуды начинают двигаться в противоположном направлении.

Вместо одного из подъемных сосудов может подвешиваться противовес, и подъемная установка будет однососудной с противовесом.

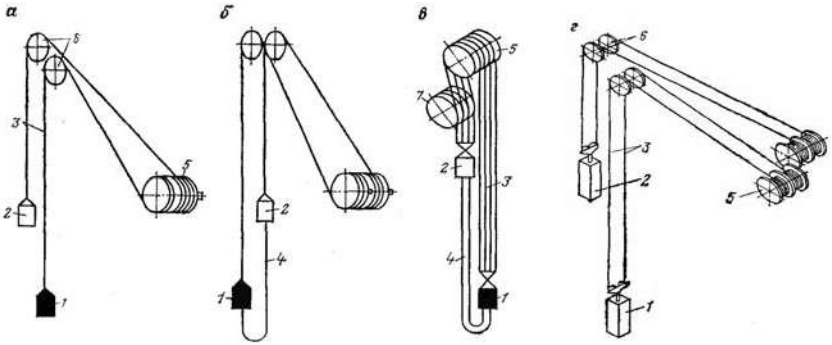


Рис. 7.2. Основные схемы подъемных установок:
1, ***2*** – подъемные сосуды; ***3*** – головные канаты; ***4*** – хвостовой канат;
5 – канатоведущий орган; ***6*** – направляющие шкивы; 7 – отклоняющий шкив

Наличие двух концевых грузов и двух канатов, навиваемых на один или два барабана, приводимых в движение одним приводным валом, обеспечивает уменьшение на него нагрузки за счет уравновешивания масс порожних сосудов.

Для уравновешивания поднимаемых масс канатов в подъемных установках (рис. 7.2, ***б***) часто применяют уравновешивающий канат ***4***, который своими концами подвешивается к днищам сосудов ***1*** и ***2*** (или сосуда и противовеса). Уравновешивающий канат часто называют хвостовым, в отличие от канатов, к которым подвешиваются подъемные сосуды (или противовес) и называющихся головными. Хвостовые канаты не являются несущими. Применение уравновешивающих (хвостовых) канатов оправдано, начиная с глубины подъема 600 м и более.

Подъемные машины установок снабжаются барабанными органами навивки постоянного и переменного радиусов. Органы навивки посто-

янного радиуса – цилиндрические барабаны, переменного радиуса – конические, цилиндрические, бицилиндроконические барабаны и др. (рис. 7.3) [1, 18].

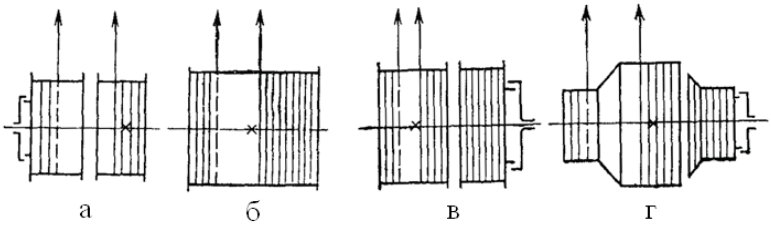


Рис. 7.3. Органы навивки канатов:
а – двухбарабанный; ***б*** – однобарабанный;
в – разрезной барабанный; ***г*** – бицилиндроконический

Навиваясь на барабан, канат перемещается по ширине барабана, и для того, чтобы поддерживать постоянное направление каната в стволе – к центру подъемного сосуда, устанавливают шкивы на копрах. Нормальная работа копровых шкивов обеспечивается при определенном максимальном угле отклонения каната от плоскости шкива, что приводит к необходимости удаления подъемной машины на расстояние от копра, достаточное для обеспечения требуемого максимального угла отклонения.

Подъемные установки, выполненные по рассматриваемой схеме, называются одноканатными и широко применяются на горных предприятиях при подъеме грузов по вертикальным стволам и без уравновешивающего каната – по наклонным стволам.

Подъемная установка со шкивом трения позволяет располагать орган навивки непосредственно над стволом (рис. 7.2, ***в***). Канатоведущий орган представляет собой шкив трения, огибаемый канатами (многоканатные установки) или канатом. При этом канаты не навиваются и не смещаются по ширине шкива. К концам канатов подвешиваются два подъемных сосуда (иногда подъемный сосуд и противовес). Для уравновешивания массы канатов применяются хвостовые (или один плоский) канаты. При вращении шкива сосуды движутся в противоположных направлениях. Чтобы увеличить угол обхвата шкива канатами, применяют отклоняющие шкивы.

Подъемные установки со шкивами трения бывают многоканатными и одноканатными, когда шкив трения огибается одним канатом.

Подъемные установки с одним огибающим канатом получили ограниченное применение. Для таких установок, поскольку нагрузка передается только через один канат, правилами безопасности разрешается принимать диаметр канатоведущего шкива не менее 120 диаметров каната. В связи с этим одноканатная установка отличается большим диаметром шкива трения. Последний располагают как над стволом (зарубежные машины), так и на некотором удалении от него.

Подъемная установка по схеме Блейера состоит из двух органов навивки (каждый с двумя барабанами) и двух канатов, на которых посредством огибающих шкивов подвешиваются два подъемных сосуда (см. рис. 7.2, *г*). Оба конца каждого из канатов крепятся к двум секциям одного барабана или разных барабанов. Канаты навиваются или свиваются одновременно. Таким образом, поднимаемая масса каждого сосуда распределяется на две ветви каната. Схема не уравновешена. Подъемные установки, выполненные по такой схеме, применяются для глубоких шахт и рудников, а также наклонного подъема.

7.3. Основные параметры подъемной установки

Основными исходными параметрами для выбора подъемных установок являются годовая производительность $Q_г$ (т) шахты (или рудника) и ее глубина $H_ш$ (м).

Необходимая часовая производительность $Q_ч$ (т/ч) подъемной установки,

$$Q_ч = \frac{K_р \cdot Q_г}{n \cdot T_{сут}}, \qquad (7.1)$$

где $K_р$ – коэффициент резерва производительности и неравномерности работы подъема; т; n – число рабочих дней в году; $T_{сут}$ – число часов работы подъема в сутки:

$$T_{сут} = n_с\,(t_{см} - 1) \qquad (7.2)$$

$n_с$ – число смен в сутки; $t_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Коэффициент неравномерности и резерва $K_р$ производительности принят для скиповых подъемных установок при подъеме: угля 1,5 и руды – 1,15.

Клетевые подъемные установки должны обеспечить спуск-подъем людей (30 % от общего числа работающих под землей) за 35 – 40 мин. При этом принимается, что на 1 м^2 пола клети может поместиться не более 5 человек [7]. Отсюда максимальное число людей, поднимаемых в одной клети:

$$n_{\text{л}} = 5 \cdot z_{\text{э}} \cdot F_{\text{э}} \tag{7.3}$$

где $F_{\text{э}}$ – площадь пола одного этажа клети, м^2; $z_{\text{э}}$ – число этажей клети.

Фактическая производительность скиповой подъемной установки определяется зависимостью, т/ч,

$$Q_{\text{ч}} = \frac{3600}{T} \cdot G_{\text{г}}, \tag{7.4}$$

где T – продолжительность одного цикла подъема, с; $G_{\text{г}}$ – грузоподъемность скипа, т.

Время цикла T складывается из времени движения сосуда $t_{\text{д}}$ и паузы между подъемами θ:

для двухсосудной установки

$$T = t_{\text{д}} + \theta \tag{7.5}$$

для однососудной установки с противовесом

$$T = 2(t_{\text{д}} + \theta) \tag{7.6}$$

Продолжительность паузы зависит от времени загрузки и разгрузки сосудов (см. табл. 7.1). Время пауз регламентируется техническими нормами и принимается для скипового подъема в зависимости от емкости скипа V [1, 7].

Таблица 7.1

Продолжительность паузы от времени загрузки и разгрузки сосудов

V, м^3	до 5	9,5	11	15	20	25	35	55
θ, с	7	10	11	15	20	25	35	45

Продолжительность посадки и высадки людей принимается 1 с на человека.

Продолжительность движения $t_{\text{д}}$ сосуда зависит от средней скорости $v_{\text{ср}}$ и будет соответственно для вертикальных и наклонных подъемов

$$t_{\text{д}} = \frac{H}{v_{\text{ср}}} \quad \text{и} \quad t_{\text{д}} = \frac{L}{v_{\text{ср}}}, \tag{7.7}$$

где L – путь движения сосуда при наклонном подъеме, м.

Средняя скорость определяется скоростью v_{max} движения сосудов в период установившегося движения, которая является для цикла подъема максимальной: $v_{max} = \alpha \cdot v_{ср}$, где α в теории подъема называют множителем скорости и принимают для подъемных установок с неопрокидными клетями 1,15 – 1,2, с неопрокидными скипами 1,2 – 1,25 и с опрокидными сосудами 1,25 – 1,35.

Максимальная скорость движения клети регламентируется ПБ [7] и в угольной промышленности ограничивается следующими значениями: при подъеме и спуске людей по вертикальным стволам – 12 м/с, по наклонным стволам 5 м/с; при подъеме и спуске грузов по наклонным стволам в скипах 7 м/с и в клетях 5 м/с, по вертикальным стволам не ограничивается.

Грузоподъемность $G_{\text{г}}$ сосудов выбирается из условия необходимой производительности и окончательно принимается на основе технико-экономических расчетов вариантов:

$$G_{\text{г}} = \frac{(t_{\text{д}} + \theta) \cdot Q_{\text{ч}}}{3600}. \tag{7.8}$$

$$G_{\text{г.опт}} = Q_{\text{ч}} \cdot \frac{4 \cdot \sqrt{H_{\text{ш}}} + \theta}{3600}, \tag{7.9}$$

Уменьшение грузоподъемности приводит к снижению капитальных затрат на подъемную установку, но возрастают эксплуатационные расходы, в связи с большим числом подъемов, стоимостью электроэнергии, более быстрым износом установки. Поэтому имеется минимум затрат, которому соответствует определенная грузоподъемность сосуда установленная на основе исследований, что существует оптимальная продолжительность движения:

$$t_{\text{д}} = 4\sqrt{H_{\text{ш}}}. \tag{7.10}$$

Из-за изменения величины расходов, с течением времени оптимальное значение грузоподъемности сосудов не остается постоянным. Поэтому выбор грузоподъемности сосуда в настоящее время не может быть произведен в общем случае и требует конкретного технико-экономического обоснования для конкретного горного предприятия.

7.4. Уравнение прочности каната

Уравнение прочности каната одноканатной установки имеет вид:

$$F_{ст} = g\left[m_г + m_с + m_к(H - x) + m'_к x\right] = \frac{\sigma_в}{n} S, \qquad (7.11)$$

где $m_г$ *и* $m_с$ – масса соответственно полезного груза и подъемного сосуда, кг; $m_к$ *и* $m'_к$ – масса соответственно головного и уравновешивающего канатов; $H - x$ и x – длина соответственно отрезков головного и уравновешивающего канатов; S – суммарная площадь сечения проволок в канате, м^2; $\sigma_в$ – временное сопротивление каната разрыву, Па; n – запас прочности каната.

Длина отрезка головного каната между шкивом и сосудом, когда он находится в верхней площадке, и отрезка хвостового каната, когда сосуд находится на нижней приемной площадке, обычно не учитываются ввиду их малости по сравнению с высотой подъема H.

При вертикальном подъеме с уравновешивающим канатом, имеющим массу $m'_к \le m_к$, или без него, максимальное значение статической нагрузки будет в нижнем положении полностью загруженного подъемного сосуда.

При тяжелом уравновешивающем канате $m'_к > m_к$, максимальное $F_{ст}$ будет в верхнем положении груженого сосуда.

Массу $m_к$ (или $m'_к$) каната принято определять по поперечному сечению S (м^2) и его условной плотности ρ_0, кг/м^3:

$$m_к = \rho_0 S \qquad (7.12)$$

Принимают следующие значения ρ_0: 9400 – для канатов при двойной свивке, 9800 – для трехграннопрядных и 8700 – для закрытых.

Получаем зависимости для масс $m_к$ и $m'_к$ в виде:

$$m_к = \frac{m_г + m_с}{\frac{\sigma_в}{n\rho_о g} - H}; \quad m'_к = \frac{m_г + m_с}{\frac{\sigma_в}{n\rho_о g} - \lambda H}, \qquad (7.13)$$

где $\lambda = m'_к / m_к$

В случае многоканатной подъемной машины с числом канатов z

$$m_к = \frac{m_г + m_с}{z \cdot \left(\frac{\sigma}{n \cdot \rho_о \cdot g} - H\right)}. \qquad (7.14)$$

Полученные формулы имеют смысл при длине каната $H_{кр}=\sigma/n\cdot\rho_0\cdot g$. Эта длина каната называется критической. При такой длине выбранного каната и принятых значениях n масса концевого груза равна нулю. Очевидно, что фактическая длина каната должна быть меньше, чтобы подъемная установка могла поднимать концевой груз. Таким образом, прочность каната является одним из факторов, ограничивающих глубину подъема.

Определив $m_к$, по таблицам ГОСТ 7668-80, ГОСТ 7669-80, ГОСТ 3085-80, ГОСТ 10506-76 выбирают канат с ближайшим большим значением массы 1 м и находят его параметры – диаметр и суммарное разрывное усилие проволок $P_с$. Затем проверяют фактический запас прочности выбранного каната.

При глубине более 600 м по ПБ [7] допускается расчет канатов по переменным запасам прочности. Это связано с тем, что более длинные канаты обладают большими демпфирующими свойствами, и в их верхних сечениях динамические нагрузки меньше, чем в коротких канатах. Поэтому при глубине более 600 м могут приниматься меньшие запасы прочности n. Практически выбор канатов для такой глубины производят без учета силы тяжести канатов и по другим запасам прочности n', которые больше по величине указанных выше запасов n. Расчет масс $m_к$ и $m'_к$ канатов ведется по формулам, в которых не учитываются H и λH в знаменателе и принимаются согласно ПБ другие запасы прочности канатов n' (вместо n), значения которых должны быть не менее: 13 – для людских, 10 – для грузолюдских и 8,5 – для грузовых одноканатных подъемных установок, 11,5 и 9,5 – для многоканатных, соответственно, людских и грузовых подъемов.

Запас прочности с учетом массы каната должен быть не менее 4,5- кратного (для грузовых) и не менее 5- кратного (для людских и грузолюдских подъемов)

Расчет канатов для наклонных подъемов ведется с учетом углов наклона стволов.

На работоспособность канатов большое влияние оказывает отношение диаметра органа навивки и диаметра шкивов к диаметру каната. ПБ регламентируется отношение наименьшего диаметра D навивки к диаметру каната $d_к$. Это отношение, в частности, должно быть для одноканатных барабанных и многоканатных установок, без направляющих шкивов не менее 79, а для многоканатных установок с отклоняющим шкивом – 95. Уменьшение отношений $D/d_к$ влечет за собой увеличение напряжений в канатах и более быстрый их выход из строя.

7.5. Расчет и выбор органов навивки подъемных машин

Размер органа навивки обычно выбирается по следующим трем условиям [1, 2, 3, 7, 15, 16]:

1) отношению диаметра барабана к диаметру каната;

2) допускаемым углам отклонения каната на барабане и копровом шкиве (угол девиации);

3) возможной канатоемкости органа навивки.

Первое условие регламентируется ПБ [7], в соответствии с которым отношение наименьшего диаметра навивки $D_б$ к диаметру каната $d_к$ должно быть для барабанов и направляющих шкивов подъемных установок на поверхности не меньше 79, т. е. $D_б \geq 79\, d_к$.

По третьему условию ширина каждого из двух барабанов должна вместить длину каната, равную вертикальной высоте подъема H (м) скипа, длину $l_{пр}$ для взятия проб на испытание и витки трения:

$$B_б = \left(\frac{H + l_{пр}}{\pi \cdot D_б} + n_{вт} + 1\right) \cdot (d_к + b_з) \leq B\,, \qquad (7.15)$$

где $l_{пр}$ = 30 – 40 – длина каната для испытания, м.

Второе условие состоит в ограничении угла отклонения каната до 1^0 30’ при цилиндрических барабанах и до 2^0 со стороны малых цилиндров для подъемных машин с бицилиндроконическими барабанами.

Для двухбарабанных подъемных машин ширину барабана B по углам отклонения канатов (рис. 7.4) проверяют по формулам:

$$\mathrm{tg}\alpha_н = \frac{2B + a + S}{2L_с}\,, \qquad (7.16)$$

и

$$\mathrm{tg}\alpha_в = \frac{S - a}{2L_с}\ . \qquad (7.17)$$

При $B > (S - a)$ расчет производится по величине $\alpha_н$, при $B < (S - a)$ – по величине $\alpha_в$.

Таким образом, подъемная машина выбирается на основании следующих расчетных параметров:

- максимального статического натяжения каната;
- наибольшей разности статических натяжений каната;
- диаметра барабана;
- ширины барабана при условии регламентированных углов отклонения каната на шкивах и барабанах.

Для выбранной машины следует выписать ее техническую характеристику. Диаметр направляющего шкива принимается равным диаметру органа навивки.

7.6. Определение основных размеров подъемной установки

Высота копра определяется высотой размещения направляющих шкивов над устьем ствола. Последняя зависит от технологической схемы транспорта полезного ископаемого от ствола, типа подъемного сосуда и схемы размещения шкивов.

Для барабанных подъемных установок высота копра $H_к$ принимается при расположении шкивов:
на одной геометрической оси (рис. 7.4, *а*)

$$H_к = h_0 + h_с + h_{пер} + 0{,}75R_ш \qquad (7.18)$$

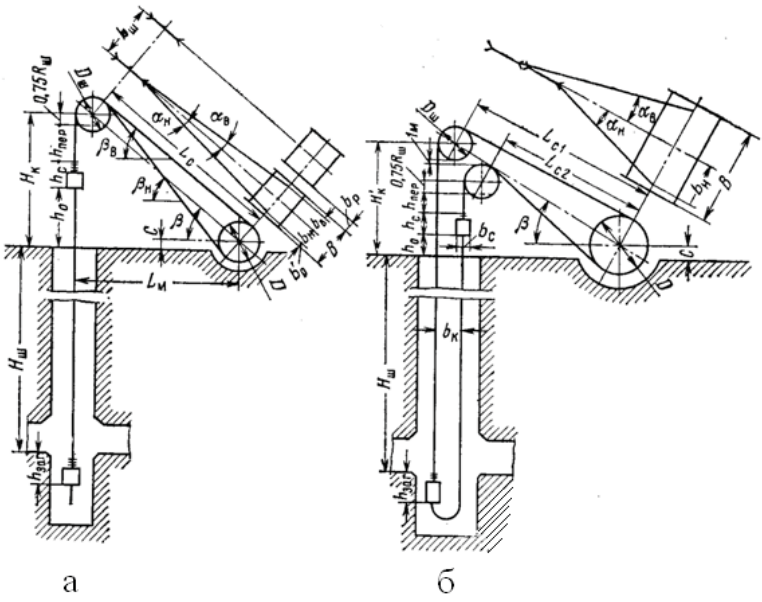


Рис. 7.4. Расположение барабанных подъемных машин относительно ствола шахты при установке копровых шкивов:
а – на одной геометрической оси; ***б*** – в одной вертикальной плоскости

в одной вертикальной плоскости (рис. 7.4, *б*)

$$H_к' = H_к + 2R_ш + 1 \qquad (7.19)$$

где h_0 – высота приемной площадки над уровнем поверхности устья ствола, м; $h_с$ – полная высота подъемного сосуда с учетом прицепного устройства, м; $h_{пер}$ – высота переподъема, принимаемого из условия возможности аварийного торможения (устанавливается нормами ПБ), м; $R_ш$ – радиус шкива, м; $0{,}75R_ш$ – запас высоты во избежание соприкосновения коуша прицепного устройства с ободом шкива, м.

Аналогично определяется высота копра многоканатной подъемной машины (рис. 7.5) [1, 17].

Высота подъема (см. рис. 7.4):

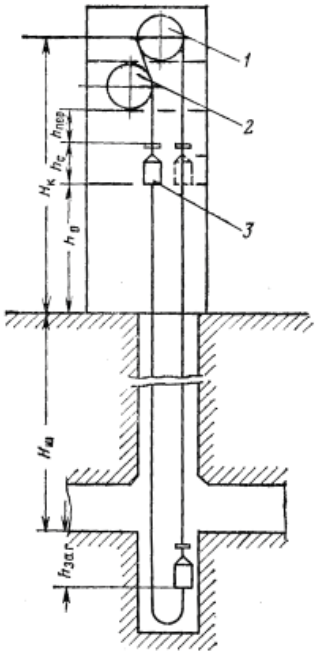


Рис. 7.5. Расположение многоканатной подъемной машины на копре:
1 – канатоведущий шкив;
2 – отклоняющий шкив;
3 – подъемный сосуд

для клетевых установок

$$H = H_ш + h_0 \qquad (7.20)$$

для скиповых установок

$$H = H_ш + h_0 + h_{заг} \qquad (7.21)$$

где $H_ш$ – глубина ствола от поверхности до уровня околоствольного двора, м; $h_{заг}$ – глубина опускания скипа ниже уровня околоствольного двора, в среднем $h_{заг}$ = 10-22 м.

Длина и угол наклона струны. Длина струны $L_с$ каната определяется как расстояние между осями направляющего шкива и барабана подъемной машины. Она равна:

$$L_с = \sqrt{(H_к - C)^2 + (L_м - R_ш)^2}, \qquad (7.22)$$

где $C \sim 1$ м – расстояние от нулевой отметки до оси барабана; $L_м$ – расстояние между отвесами канатов и осью органов навивки.

При расположении шкивов в одной вертикальной плоскости необходимо учесть расстояние между канатами $b_к$ (см. рис. 7.4, *б*), которое за-

висит от ширины подъемных сосудов $b_с$ и расстояния между ними, принимаемого 0,2 м, $b_к = b_с + 0{,}2$.

Расстояние $L_м$ зависит от угла наклона струны β, который рекомендуется принимать в пределах, град

$$30\ ° \leq \beta \leq 45\ °.$$

При больших значениях угла β чрезмерно увеличивается давление копра и его укосины на фундамент, что затрудняет устройство фундамента под укосину. Практически считают, что углы наклона верхней $\beta_в$ и нижней $\beta_н$ струн равны β.

При принятых значениях р расстояние находится в пределах

$$H_к < L_м < 1{,}5H_к.$$

Во избежание больших провесов и колебаний максимальная длина стрелы $L_с$ без поддерживающих роликов не должна превышать 65 м. В тех случаях, когда длина струны достигает 70-120 м, устанавливаются поддерживающие ролики.

Углы отклонения канатов. Отклонение канатов от вертикальной плоскости, проходящей через плоскость направляющего шкива, может быть в двух направлениях: к наружной реборде барабана (месту закрепления каната) и к внутренней его реборде (концу навивки). В связи с этим различают внутренний $\alpha_в$ и наружный $\alpha_н$ углы отклонения (девиации) канатов (см. рис. 7.4). Чтобы избежать износа канатов от трения витка о виток, трения о реборду, а также выскакивания каната из желобков и его навивки на барабан с переменным шагом, ограничивают углы девиации канатов. Согласно ПБ, эти углы не должны превышать 1° 30’ (0,026 рад) для цилиндрических барабанов и 2° (0,035 рад) со стороны малого цилиндра для бицилиндроконического.

Значения углов отклонения канатов в плоскости их струны проверяют по формулам (см. рис. 7.4, *а*):

$$\operatorname{tg}\alpha_н = \frac{b_н}{L_с}; \quad \operatorname{tg}\alpha_в = \frac{b_в}{L_с}, \tag{7.23}$$

где $b_н$ и $b_в$ – соответственно наружное и внутреннее линейное отклонение каната на барабане, м.

При размещении шкивов в одной вертикальной плоскости (см. рис. 7.4, б) в формулу (7.22) вместо $L_с$ подставляют $L_{с1}$ и $L_{с2}$.

Значения отклонений $b_н$ и $b_в$ легко определяются из треугольников и геометрических размеров органов навивки. В частности, для двухбарабанного органа навивки

$$b_в = \frac{b_ш}{2} - \frac{b_р}{2} - b_0'; \quad b_н = B - b_0' - b_в - b_0 \tag{7.24}$$

где $b_ш$ – расстояние между шкивами; B – ширина барабана; $b_р$ – расстояние между внутренними ребордами барабанов; b_0' – не использованная для навивки длина барабанов; b_0 – длина барабана под витками трения, $b_0 = n_{тр} \cdot (d_к + b_з)$; $d_к$ – диаметр каната; $b_з$ – зазор между канатами; $n_{тр}$ – число витков трения (принимается при футеровке $n_{тр} = 3$ и без нее $n_{тр} = 5$).

При получении значений углов девиации больше допустимых следует или увеличить расстояние $L_м$ до подъемной машины, или развернуть направляющие шкивы относительно подъемных сосудов, или выбрать подъемную машину с барабанами меньшей ширины, но большего диаметра.

В подъемных установках с ведущим шкивом трения для устранения углов девиации копровый шкив устанавливают в одной вертикальной плоскости с ведущим шкивом.

Канатоемкость органов навивки подъемных машин.

Максимальная глубина подъема, которую может обеспечить подъемная машина, определяется канатоемкостью ее органа навивки. Канатоемкость зависит от параметров последнего (диаметра D и ширины B), допустимого числа слоев навивки, шага желобков на поверхности барабанов, числа витков трения и резервных витков, используемых при испытаниях каната.

Для людских и грузолюдских подъемов вертикальных и наклонных (до 60°) стволов навивка канатов на барабан должна быть однослойной. При углах 30 – 60° и грузовых вертикальных подъемах допускается двухслойная навивка канатов на барабаны. Для грузовых наклонных подъемов на поверхности и всех грузовых подъемных установок, установленных под землей, допускается трехслойная навивка [1, 7].

Длина рабочей части каната (максимальная высота подъема) может быть определена из выражений:
для одно – и двухбарабанных машин

$$L = \left(z \cdot \frac{B}{t} - n_{тр} - 2 \right) \cdot \pi \cdot D; \tag{7.25}$$

для машин с разрезным барабаном

$$L = \left(\frac{B}{t} - 2 \cdot (n_{\text{тр}} + 2) \right) \cdot \pi \cdot D; \tag{7.26}$$

для машин с бицилиндроконическим барабаном (БЦК)

$$L = [\left((\frac{B_{\text{м}}}{t} - n_{\text{тр}}) - 1 \right) \cdot \frac{D_{\text{м}}}{D_{\text{б}}} + \frac{B_{\text{б}}}{t} - 2] \cdot \pi \cdot D_{\text{б}} + L_{\text{к}}, \tag{7.27}$$

где B – ширина барабана (для БЦК индекс м – малый барабан; индекс б – большой барабан); z – число слоев навивки; $n_{\text{тр}}$ – число витков трения; $L_{\text{к}}$ – длина каната на конусной части органа навивки БЦК; 1 и 2 – число резервных витков на барабане.

Шаг нарезки t желобков под канат рассчитывают по диаметру каната и добавляют 2 – 3 мм для машин малых диаметров, а для машин большого диаметра он регламентирован ГОСТ 18115–72.

7.7. Кинематика и динамика подъема

В кинематике подъемных установок рассматриваются скорости, ускорения и пути подъемных сосудов в функции времени (рис. 7.6). Канатные подъемные установки работают циклически: за периодом движения сосудов продолжительностью $t_{\text{д}}$ следует пауза длительностью θ, необходимая для загрузки и разгрузки подъемных сосудов [1].

За период пуска подъемной машины скорость движения сосудов и канатов изменяется от нуля до максимального значения $v_{\max}$. На этой скорости подъемные сосуды перемещаются в течение определенного времени, а затем, при подходе сосудов к приемным площадкам, их скорость уменьшается до нуля. Графическое изображение скорости v сосуда в функции времени t называют тахограммой подъема или диаграммой скорости (рис. 7.6, *а*).

Тангенс угла наклона касательной к любой точке кривой $v = f(t)$ представляет собой ускорение подъемного сосуда $a = \text{tg}\gamma = dv/dt$. Высота подъема равна площади, ограниченной кривой на диаграмме скорости

$$H = \int_0^t v dt \tag{7.28}$$

В общем случае в период разгона и замедления сосудов их ускорение переменное и скорость изменяется не пропорционально времени, т. е. не линейно.

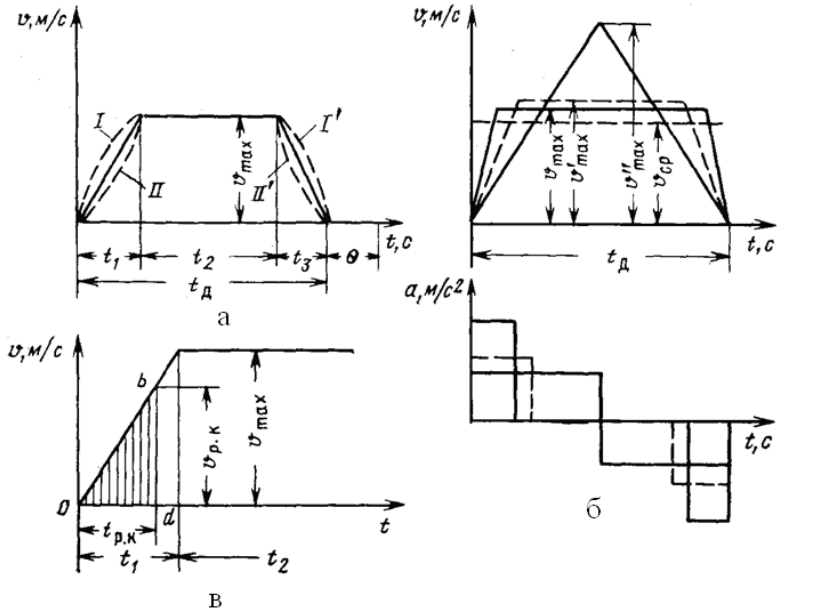


Рис. 7.6. Трехпериодные диаграммы подъема

Если законы изменения ускорений во время разгона и замедления подъемной машины одинаковы, то диаграмма скорости может иметь выпуклые (кривые *I* и *I'*) или вогнутые (кривые *II* и *II'*) бока. При постоянной величине ускорений скорость изменяется линейно и ее диаграмма имеет вид трапеции (показана сплошной линией). Возможны также варианты диаграмм скорости с различным изменением ускорений при разгоне и торможении, в частности, с возрастающими ускорением при разгоне (кривая *II*) и замедлением при торможении (кривая *I'*), с постоянным ускорением во время разгона (сплошная линия) и уменьшающейся величиной ускорения при замедлении (кривая *II'*) и т. п.

Наиболее удобными в большинстве случаев оказываются диаграммы скорости с постоянной величиной ускорения во время разгона и замедления машины. Они реализуются при использовании в качестве приводных двигателей подъемных машин асинхронных электродвигателей. Поэтому такие диаграммы и получили наибольшее распространение на практике. Значительно реже применяются диаграммы с вогнутыми бока-

ми и почти не применяются с выпуклыми боками, так как они приводят к возникновению максимальных динамических усилий в канате.

Для простоты изложения ограничимся рассмотрением диаграмм с постоянными ускорениями и замедлениями на участках разгона и торможения подъемных машин.

Трехпериодные диаграммы подъема при постоянном радиусе органа навивки

При заданной высоте подъема H (площади тахограммы) и длительности подъема сосудов $t_д$ можно построить бесчисленное множество тахограмм, которые будут отличаться различными значениями времени t_1 разгона, времени t_2 движения сосуда с v_{max} и времени t_3 торможения сосуда. При этом будут изменяться максимальная скорость подъема и значения ускорений, что легко видеть из рис. 7.6, *б,* на котором движения сосудов для упрощения приняты в переходные периоды равноускоренными и равнозамедленными, т. е. есть для каждого периода a = const.

В пределе при длительном разгоне и торможении отсутствует на тахограмме период t_2 движения сосуда с постоянной скоростью и тахограмма из трехпериодной превращается в двухпериодную. При этом максимальная скорость v_{max} достигнет наибольшего значения. Значение v_{max} будет уменьшаться с увеличением времени t_2 движения сосуда с постоянной скоростью $v_{max} < v'_{max} < v''_{max}$.

Предельное минимальное значение $v_{max} = v_{ср}$ будет в теоретическом случае, если бы разгон и замедление сосудов происходили мгновенно, т. е. t_1 и t_2 равнялись бы нулю.

При трапецеидальной диаграмме скорости v_{max} изменяется в пределах

$$v_{ср} < v_{max} < 2v_{ср} \tag{7.29}$$

В теории подъема для оценки тахограмм используется показатель неполноты тахограмм – множитель скорости α (см. выше)

$$\alpha = \frac{v_{max}}{v_{ср}} = \frac{v_{max}}{H / t_д}. \tag{7.30}$$

Для трехпериодных диаграмм этот показатель с учетом пределов изменения v_{max} лежит в пределах $1 < \alpha < 2$.

При полноте диаграммы $\alpha = 2$ диаграмма двухпериодная (см. рис. 7.6, *б),* t_2=0, ускорение и замедление минимальны, но такая диаграмма неприемлема из-за большой величины скорости v_{max}. По мере уменьшения α величина скорости v_{max} уменьшается, но одновременно

ускорения увеличиваются. Чем ближе множитель скорости к единице, тем меньше максимальная скорость, больше ускорения и тем экономичнее работает приводной двигатель подъемной машины.

Трехпериодная трапецеидальная диаграмма подъема (см. рис. 7.6, *б*) применяется при клетевом подъеме.

При работе скипов с разгрузкой через дно может применяться четырехпериодная диаграмма скорости, а при опрокидных сосудах – шести- и семипериодные диаграммы.

Задачами кинематики являются расчет диаграмм скорости и выбор таких кинематических параметров, которые обеспечивали бы необходимую производительность подъемной установки при удовлетворении следующих требований: максимальные значения скоростей и ускорений не должны превышать допустимых предельных значений; кинематические параметры должны быть наивыгоднейшими по условию максимальной загрузки приводного двигателя подъемной машины.

При этом наиболее часто приходится решать две задачи кинематики: определять максимальную скорость v_{max} при заданных значениях высоты H и времени подъема $t_д$ или находить время подъема $t_д$ при заданных значениях H и v_{max}.

Подъемная установка представляет собой сложную электромеханическую систему, которая состоит из инерционных тел (подъемных сосудов, канатов, органов навивки редукторов, электродвигателей и др.), связанных между собой упругими элементами (канатами, валопроводами). Большие движущиеся массы установок, перемещаемые в условиях неустановившегося движения, приводят к возникновению значительных инерционных нагрузок. Эти нагрузки оказывают существенное влияние на производительность установок, величину установленной мощности приводного электродвигателя подъемной машины и выбор запасов прочности элементов подъемных установок.

Анализ динамических процессов подъемных установок в общем случае с учетом упругости элементов, распределения масс канатов по их длине, нелинейностей и рассеяния энергии весьма сложен. Поэтому для решения конкретных практических задач кинематики и динамики прибегают к упрощениям расчетных схем подъемных установок. В частности, при рассмотрении их динамики широко используется представление подъемных установок в виде одномассных систем «подъемный сосуд – канат» без учета упругости звеньев, т. е. последние принимаются абсолютно твердыми телами, не подвергающимися деформациям.

Основное уравнение. Для реализации требуемой диаграммы скорости подъемного сосуда к ветвям каната, навиваемого на барабан подъемной машины, должны быть приложены усилия $F_п$ и F_0, достаточные для преодоления инерционных нагрузок, сопротивлений перемещению подъемных сосудов и канатов (рис. 7.7) [1].

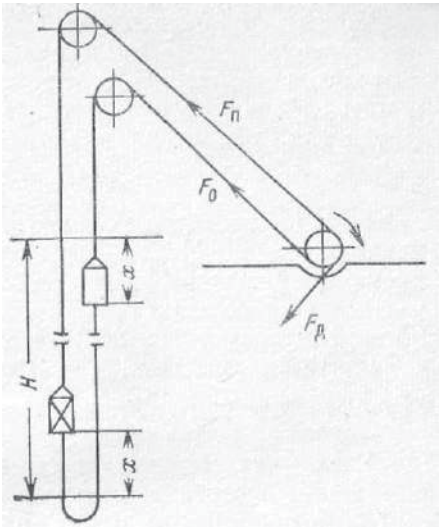


Рис. 7.7. Схема подъемной установки с уравновешивающим канатом

Такое допущение может быть принято только при установившемся движении подъемных сосудов, т. е. с постоянной скоростью или с постоянными ускорением и замедлением, когда отсутствуют их колебания. Рассмотрение подъемных установок как одномассных систем позволяет выбирать рациональные режимы подъемных установок и мощность приводного электродвигателя подъемной машины, пользуясь простым математическим аппаратом.

$$F_п = F_{п.ст} + F_{п.дин} \tag{7.31}$$

$$F_о = F_{о.ст} - F_{о.дин} \tag{7.32}$$

где $F_{п.ст}$ и $F_{о.ст}$ – статические составляющие, а $F_{п.дин}$ и $F_{о.дин}$ – динамические составляющие усилий натяжения головных канатов:

$$F_{н.ст} = g\sum m_н + R_п;\ F_{о.ст} = g\sum m_о + R_о; \quad (7.33)$$

$$F_{п.дин} = a\sum m_п;\ F_{о.дин} = a\sum m_о \quad (7.34)$$

В периоды равномерного движения $F_{п.дин}$ и $F_{о.дин}$ равны нулю и $F_п = F_{п.ст}$, $F_о = F_{о.ст}$. В уравнениях (7.33) и (7.34) $\sum m_п$ – суммарная масса поднимаемых сосудов и канатов, кг:

$$\sum m_п = m_г + m_с + m_к(H - x) + m'_к x \quad (7.35)$$

$\sum m_0$ – суммарная масса опускаемых сосуда и канатов, кг;

$$\sum m_о = m_с + m'_к(H - x) + m_к x \quad (7.36)$$

$m_г, m_с$ – соответственно масса полезного груза и сосуда, кг; $m_к$ – масса 1 м подъемного каната (одноканатные машины) или всех головных канатов (многоканатные машины), кг; $m'_к$ – масса 1 м уравновешивающего каната, кг; H – высота подъема, м; x – путь, пройденный сосудом от начала подъема, м; $R_п$ – сила сопротивления перемещению поднимаемых канатов и сосуда, H; R_0 – сила сопротивления перемещению опускаемых канатов и сосуда; $a=d^2x/dt^2$ – ускорение сосудов, м/с.

Особенности расчетов подъемных установок со шкивами и барабанами трения

В подъемных установках со шкивами трения (см. рис. 7.2, *в)* подъем грузов осуществляется за счет сил трения, возникающих между канатами, огибающими канатоведущий орган, и поверхностями его желобков. Используя формулу Эйлера для гибкой нити, получаем следующее выражение для предельного окружного усилия трения, которое может передать шкив:

$$F_{тр} = F_о(e^{fa} - 1) \quad (7.37)$$

Требуемую величину окружного усилия, как видно из приведенной формулы, можно получить, увеличивая:

- статическое натяжение сбегающей ветви каната навеской хвостового каната;
- коэффициент трения f применением специальной футеровки желобов под канат на канатоведущих органах;
- угол обхвата α применением отклоняющих шкивов.

Условием безопасной работы установок является отсутствие проскальзывания канатов относительно канатоведущего органа. Это условие определяется неравенством

$$F_{\text{п}} - F_{\text{о}} \le F_{\text{тр}} \tag{7.38}$$

т. е. во избежание проскальзывания сила трения каната о шкив должна быть больше разности натяжений рабочих ветвей канатов. Отношение этих величин, называемое коэффициентом безопасности σ против скольжения, должно быть больше единицы:

$$\sigma = \frac{F_0(e^{f\alpha} - 1)}{F_{\text{п}} - F_0} > 1. \tag{7.39}$$

Различают статический $\sigma_{\text{ст}}$ и динамический $\sigma_{\text{дин}}$ коэффициенты безопасности против скольжения:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{о.ст}}(e^{f\alpha} - 1)}{F_{\text{п.ст}} - F_{\text{о.ст}}} = \frac{F_{\text{о.ст}}(e^{f\alpha} - 1)}{F_{\text{ст}}}; \tag{7.40}$$

$$\sigma_{\text{дин}} = \frac{F_{\text{о.ст}} \mp a\sum m_0)(e^{f\alpha} - 1)}{(F_{\text{п.ст}} - F_{\text{о.ст}}) \pm a(\sum m_{\text{п}} + \sum m_{\text{о}})}, \tag{7.41}$$

где $\sum m_{\text{п}}$ и $\sum m_{\text{о}}$ – суммы приведенных масс подъемной установки со стороны поднимающихся и опускающихся ветвей канатов, определяются по выражениям (7.42).

В случае равновесного уравновешивающего каната ($m_{\text{к}} = m'_{\text{к}}$) получим:

$$\sum m_{\text{н}} = m_{\text{г}} + m_{\text{с}} + m_{\text{к}}H; \quad \sum m_{\text{о}} = m_{\text{с}} + m'_{\text{к}}H. \tag{7.42}$$

В выражении (7.41) верхний знак относится к периоду разгона, нижний – к периоду замедления подъемной машины. Коэффициент безопасности является одним из определяющих показателей безопасности и экономичности подъемных установок с канатоведущими органами трения. С точки зрения безопасности коэффициент желательно принимать возможно большим, а для обеспечения экономичности параметров подъемной установки – возможно меньшим.

Помимо коэффициентов, определяемых выражениями (7.43) – (7.44), на практике для оценки запаса по скольжению пользуются отношением статических усилий в головных канатах:

$$K_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{п.ст}}}{F_{\text{о.ст}}}. \tag{7.43}$$

Опытом эксплуатации подъемных установок со шкивами трения установлено, что при значениях коэффициентов трения f=0,2; 0,25; 0,3 обеспечивается безопасность соответственно при $K_{\text{ст}} \le 0{,}3$; 1,5; 1,75 или $\sigma_{\text{ст}} \ge 1{,}5$; 1,75; 2,3 [1].

При работе подъемной машины со шкивами трения ограничивается также действительное замедление $a_д$, которое должно быть меньше критического замедления $a_{кр}$, при котором начинается скольжение канатов. Рекомендуется принимать

$$a_д \leq 0{,}8\ a_{кр} \tag{7.44}$$

Наиболее тяжелым из всех режимов работы является спуск груза или противовеса, для этого режима и осуществляется, в основном, проверка по допустимому замедлению. Критическое ускорение $a_{кр}$ для режима замедления при спуске груза имеет следующие выражения:
установка без отклоняющих шкивов

$$a_{кр} = g\frac{e^{f\alpha} - K_{ст}}{e^{f\alpha} + K_{ст}}; \tag{7.45}$$

установка с отклоняющим шкивом, когда груженая ветвь расположена со стороны отклоняющего шкива,

$$a_{кр} = g\frac{e^{f\alpha} - K_{ст}}{e^{f\alpha} + K_{ст} + \dfrac{gm_ш}{F_{о.ст}}}; \tag{7.46}$$

то же, но груженая ветвь расположена на стороне, противоположной отклоняющему шкиву,

$$a_{кр} = g\frac{e^{f\alpha} - K_{ст}}{e^{f\alpha}(1 + \dfrac{gm_ш}{F_{о.ст}}) + K_{ст}}, \tag{7.47}$$

где $m_ш$ – приведенная масса отклоняющего шкива, кг.

При спуске груза последний случай расположения груженой ветви является более опасным, так как критические ускорения меньше. Из трех рассмотренных методов оценки невозможности скольжения канатов, последний метод обеспечивает наиболее точные результаты.

На подъемных установках со шкивами трения для уменьшения вероятности проскальзывания канатов применяют тяжелые хвостовые канаты.

7.8. Подъемные сосуды, конструкция, эксплуатационные особенности и области применения

По назначению сосуды разделяются на три группы: для насыпных грузов – скипы, бадьи; для людей, штучных грузов – клети и для обоих видов грузов – комбинированные подъемные сосуды (скипо-клети).

По конструкции подъемные сосуды подразделяются на клети, скипы, скипо-клети и бадьи (рис. 7.8) [1].

Клети предназначены для подъема в вагонетках полезного ископаемого и породы, для спуска и подъема людей, а также оборудования со скоростью не более 8 м/сек.

Скипы служат для подъема полезного ископаемого и породы. Подъем и спуск людей в скипах правилами безопасности запрещен.

Скипо-клети – представляют собой комбинированный сосуд, который может работать как клеть или как скип (обычно при замене кузова).

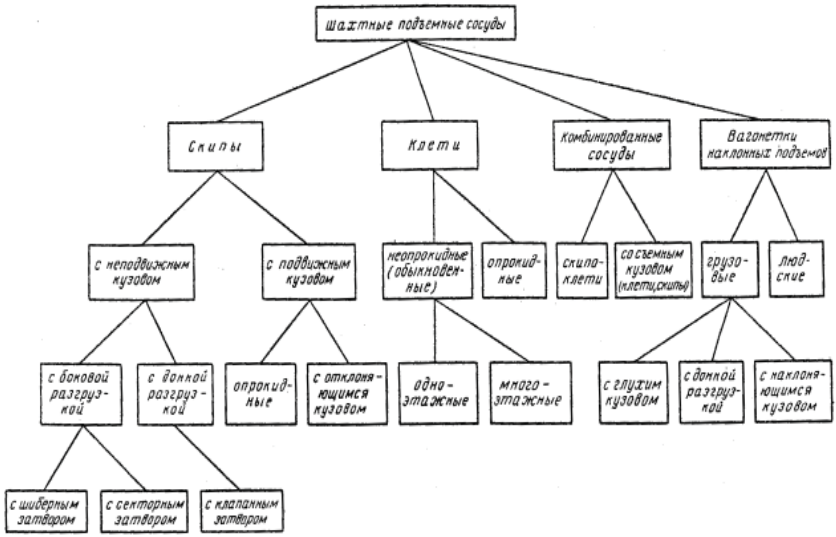


Рис. 7.8. Классификация шахтных подъемных сосудов

Бадьи применяют при проходке и углубке стволов шахт для транспортирования породы и материалов, а также подъема и спуска людей.

Подъемные сосуды должны удовлетворять следующим требованиям: иметь минимальную собственную массу и достаточную жесткость; центр тяжести груженого сосуда должен располагаться на вертикальной центральной его оси (т. е. сосуд должен быть центрирован); приведенные оси подвесных устройств для головного и хвостового канатов должны совпадать с вертикальной центральной осью.

Выполнение последних двух требований необходимо, чтобы избежать увеличения сил трения между опорами сосудов и проводниками.

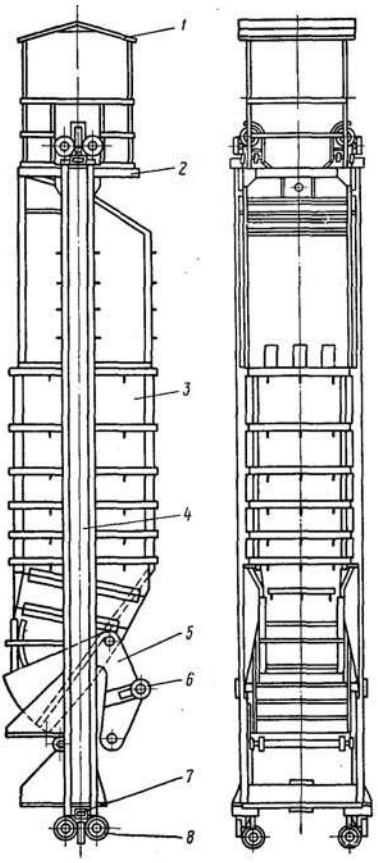


Рис. 7.9. Общий вид угольного скипа с неподвижным кузовом и секторным затвором:
1 – зонт; ***2*** – смотровая площадка; ***3*** – кузов; ***4*** – рама; ***5*** – секторный затвор; ***6*** – разгрузочные ролики; ***7*** – предохранительные башмаки; ***8*** – рабочие роликовые направляющие

Конструкция сосудов зависит от углов наклона стволов. При углах наклона более 35° скипы, во избежание просыпания сыпучего груза, выполняются закрытыми, при углах наклона менее 35° сыпучие грузы транспортируются в открытых сверху сосудах – скипах или просто вагонетках.

Скипы и клети для вертикальных стволов вместо колес снабжаются направляющими башмаками и роликами, которые перемещаются по вертикальным проводникам.

Согласно [7] клети для перевозки людей оборудуются специальными ловителями – парашютами, а грузовые и грузолюдские клети – стопорными устройствами. Парашюты не применяются при многоканатном подъеме.

По назначению скипы различают рудные, угольные и породные. Конструктивно они идентичны и различаются между собой в основном прочностью и соотношениями основных, габаритных размеров.

Скип с неподвижным кузовом (рис. 7.9) и секторным затвором представляет собой сварной короб, усиленный горизонтальными ребрами жестко-

сти, к боковым стенкам которого приварены вертикальные стойки рамы, которые вверху и внизу соединены горизонтальными несущими балками. По концам вертикальных стоек рамы крепятся направляющие устройства.

Для шифровки моделей скипов приняты следующие условные обозначения: буквенный индекс «СН» – скип с неподвижным кузовом; буквенный индекс «СО» – скип с опрокидным кузовом; цифра слева от буквенного индекса – порядковый номер типоразмера при одной и той же емкости скипа; цифра справа от буквенного индекса – геометрическая емкость скипа, м^3; цифра справа через дефис – порядковый номер модели данного типоразмера в зависимости от типа подъема («1» – одноканатный, «2» – многоканатный).

Все стволы с наклоном оси к горизонту от 3 до 85° считаются наклонными. Угол наклона ствола – один из главных факторов, определяющих область применения и конструктивные особенности подъемного сосуда того или иного вида.

Основная отличительная, конструктивная особенность подъемных сосудов для наклонных стволов заключается в том, что все они перемещаются на колесах по колее рельсового пути, уложенного на почве наклонной выработки ствола (рис. 7.10).

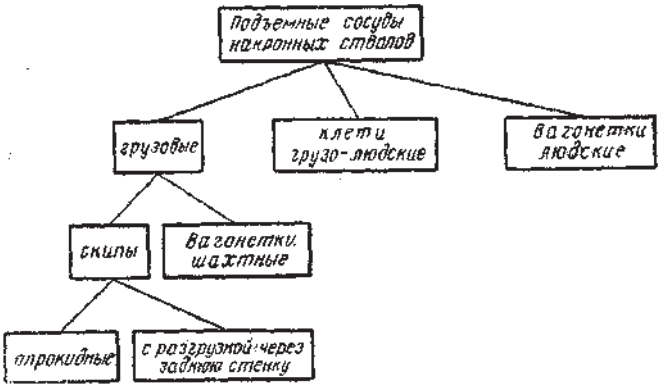


Рис. 7.10. Классификация подъемных сосудов наклонных стволов

Емкость эксплуатируемых скипов преимущественно составляет 7-15 м^3 при одноканатных подъемных машинах и 9,5-15 м^3 при много-

канатных. В отдельных случаях эксплуатируются угольные скипы одноканатного подъема емкостью 20 м^3, а многоканатного до 35 м^3. Скорость движения скипов вертикального подъема 4-13,5 м/сек.

Загрузка скипа в шахте, подземном руднике производится из бункера, оборудованного загрузочным устройством с весовым или объемным дозатором. Загрузка или разгрузка по отношению к скипу располагается с одной стороны. Кузов скипа выполняется в форме призматической оболочки, имеющей наибольший размер по вертикальной оси. Закрепляется кузов подвижно или неподвижно на несущей конструкции – раме, к которой присоединяются подвесные устройства.

Разгрузка скипа осуществляется путем выпуска насыпного груза под действием собственного веса через боковое или донное отверстие кузова, оборудованное специальным механизмом затвора. Механизм затвора приводится в действие от разгрузочных кривых, с которыми при движении скипа в зоне разгрузки взаимодействуют разгрузочные ролики.

Клети вертикальных стволов

По конструктивному исполнению различают неопрокидные (обыкновенные) и опрокидные клети, а по технологии изготовления – клепаные и сварные.

По транспортному назначению клети бывают грузо-людские и людские. Последние применяются на инспекторских подъемах и не снабжены устройствами для размещения и фиксирования грузовых вагонеток.

Неопрокидные клети бывают одно – и двухэтажные.

Большинство эксплуатируемых клетей составляют клети неопрокидные для одноканатного подъема. Они применяются на двуклетевых или одноклетевых (с противовесом) подъемах главных и вспомогательных стволов шахт.

Неопрокидные клети (рис. 7.11) для одноканатного подъема представляют собой несущий стальной каркас, обшитый перфорированной листовой сталью и снабженный направляющими устройствами, рельсовой колеёй для вагонетки, стопорным, подвесным и парашютным устройствами.

Недостатки неопрокидных клетей:

- невозможность увеличения полезной нагрузки, из-за типоразмера вагонетки;

- увеличение числа вагонеток в клети ведет к росту сечения ствола или числа этажей клети, что усложняет маневры подъемным сосудом в период погрузочно-разгрузочных операций, и большим затратам времени;

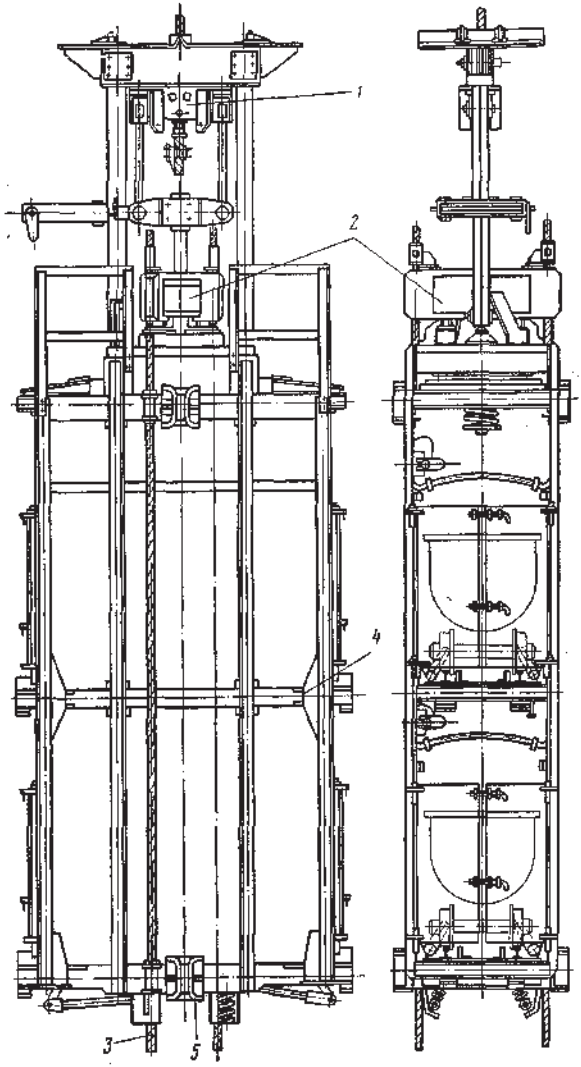


Рис. 7.11. Общий вид неопрокидной двухэтажной клети
для рельсовых проводников двустороннего расположения с парашютом ТК:
1 **–** подвесное устройство с коушем типа КРГ; ***2*** **–** ловитель парашюта;
3 **–** тормозной канат; ***4*** **–** несущий каркас; ***5*** **–** направляющий башмак

- по сравнению со скиповым подъемом требуется оборудовать приемные площадки сложной системой откатки и специальным оборудованием обмена вагонеток.

Шифр, принятый типажом для клетей параметрического ряда, обозначает: буквенный индекс «КН» – клеть неопрокидную; цифра слева от буквенного индекса – этажность; цифра справа от буквенного индекса – длина клети, м; цифра справа через дефис – тип подъема («1» – одноканатный, «2» – многоканатный).

Клети для наклонных стволов применяются для выполнения вспомогательных операций, обеспечивающих доставку людей и транспортирование вагонеток и платформ с материалами и оборудованием, а также для доставки вагонеток с полезным ископаемым или породой.

По исполнению клети различают по типу парашюта.

По количеству этажей конструкции клетей бывают одно-, двух- и трехэтажные (последние изготовляются по индивидуальным заказам).

Парашютное устройство включается автоматически при обрыве каната или сцепки и при превышении максимальной скорости на 15-20 %.

Сменное устройство, предназначенное для присоединения канатов к шахтным подъемным сосудам (клетям, людским вагонеткам, скипам, бадьям, противовесам), которое может отсоединяться от грузонесущей конструкции, называется подвесным устройством.

Подвесное устройство подъемного сосуда состоит из прицепного устройства – коуша и элементов конструкции подвески (рис. 7.12).

В качестве подвесных устройств, для вертикальных клетевых подъемов применяют конструкции: с предохранительными цепями и рабочей подвеской нерегулируемой длины; с предохранительными цепями и рабочей подвеской регулируемой длины; трапецеидальные жесткие и шарнирные; П – образные, с грушевидным коушем и металлическими жимками, рычажно-клиновым коушем (КРГ) или клиновым безжимковым коушем с односторонним зажатием каната (ККБ).

Подвесные устройства типа УПК в настоящее время являются наиболее совершенной и перспективной конструкцией присоединения подъемных сосудов к головным канатам (рис. 7.13).

Подвеска сосуда может осуществляться прямым присоединением каждого каната (безуравнительные) или посредством специальных уравнительных устройств (уравнительные), предназначенных для равномерного распределения концевой нагрузки по канатам.

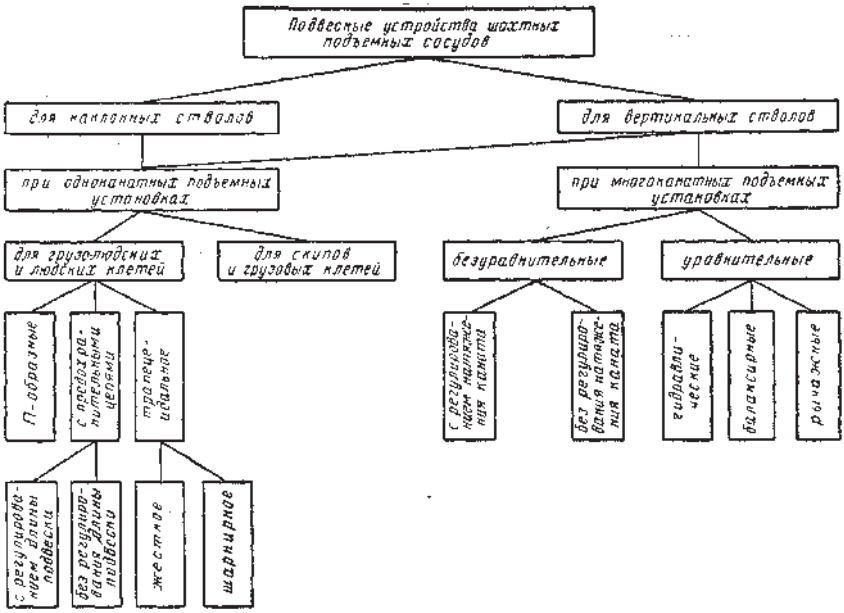


Рис. 7.12. Классификация подвесных устройств шахтных подъемных сосудов

Согласно ПБ [7] все подъемные сосуды одноканатных подъемов, предназначенные для перемещения людей в вертикальных и наклонных выработках шахт, оборудуются устройствами (парашютами) для плавной остановки и удержания в аварийной ситуации (обрыв подъемного каната или выход из строя подвесного устройства, а также напуск подъемного каната при заклинивании подъемного сосуда в стволе) (рис. 7.14).

В настоящее время серийно выпускаются парашюты типов ПТК и их модификации применительно к подъемам со шкивами трения (ПТКШ) и противовесам (ПТКП) – с клиновым ловителем, осуществляющим мгновенный захват за два тормозных каната при любом типе и любой схеме расположения металлических проводников; ПКЛ и их модификации применительно к подъемам со шкивами трения (ПКЛШ) – с эксцентриково-клиновым ловителем, осуществляющим мгновенный захват за один тормозной канат при одностороннем расположении рельсовых проводников; ПДП для деревянных проводников.

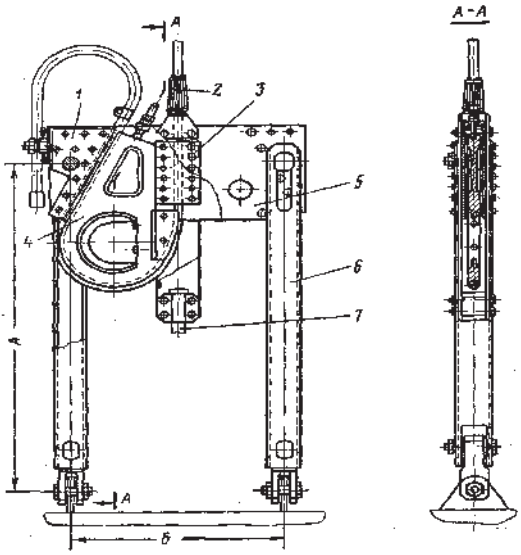


Рис. 7.13. Подвесное устройство типа УПК
с клиновым безжимковым коушем типа ККБ для клетей:
1 – наклонные вкладыши; ***2*** – канат с гасителем колебаний;
3 – вертикальные вкладыши; ***4*** – подвижный клин; ***5*** – верхняя балка;
6 – стойки; *7* – центральный шток

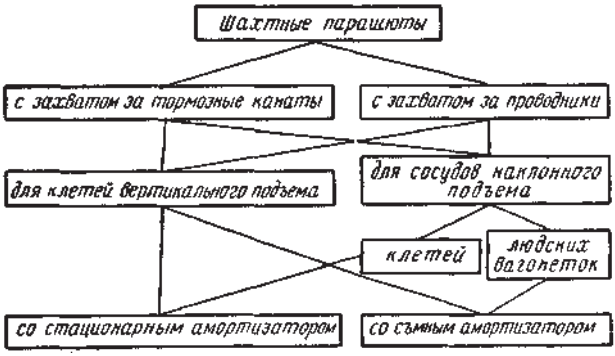


Рис. 7.14. Классификация шахтных парашютов

В качестве тормозных канатов при парашютах типа ПТК применяются нераскручивающиеся канаты крестовой свивки, имеющие наружные проволоки диаметром не менее 2 мм, а также канаты закрытого типа различных диаметров в зависимости от расчетной динамической нагрузки, действующей на тормозные канаты при срабатывании ловителя парашюта.

В транспортном положении приводная пружина сжата натяжением подъемного каната, ловитель лежит на опорах, и клинья его не соприкасаются с тормозными канатами (рис. 7.15).

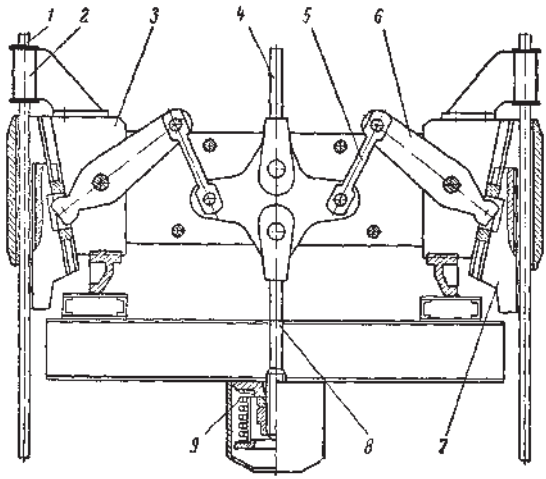


Рис. 7.15. Схема устройства ловителя парашюта ПТК:
1 – тормозной канат; ***2*** – направляющая втулка; ***3*** – корпус ловителя;
4 – шток рабочей подвески; ***5*** – вилка; ***6*** – рычаг; ***7*** – клин;
8 – шток привода; ***9*** – приводная пружина

При нормальной работе некоторая часть веса клети передается предохранительной подвеске, а остальной вес воспринимается приводной пружиной, сжатой штоком ловителя.

В случае обрыва головного каната или подвесного устройства приводная пружина разжимается и через шток, связанный с рычажной системой, перемещает клинья и тем самым вводит их в соприкосновение с тормозными канатами. Ловитель продолжает лежать на нижних опо-

рах до тех пор, пока силы взаимодействия между клиновыми зажимами и тормозными канатами не станут больше веса ловителя, после чего он останавливается, удерживаясь на тормозных канатах.

Начальное заклинивание ловителя на тормозных канатах происходит за счет упругой силы пружины. Продолжая двигаться вниз, клеть сжимает пружину и садится на шток, воздействуя через него на плечи рычагов еще больше заклинивая ловитель на тормозных канатах. С момента, когда нагрузка в тормозных канатах и сопротивление в направляющих устройствах сосуда достигают веса клети, начинается торможение последней. При этом клинья ловителя практически не проскальзывают относительно тормозных канатов.

7.9. Подъемные канаты. Конструкция и типы. Нормы правил безопасности по уходу и надзору за канатами

Подъемные канаты – наиболее ответственные элементы подъемных установок. Они изготовляются из стальных проволок диаметром от 0,5 до 4,0 мм и временным сопротивлением разрыву $\sigma_в$ = 1,4-5-2,2 ГПа. Канат имеет сердечник из органического материала или мягкой стали, вокруг которого по винтовой линии свиваются проволоки (канат одинарной свивки), пряди из проволок (канат двойной свивки) или стренги (канат тройной свивки).

Пряди – это канат одинарной свивки, но с металлическим сердечником, стренги – это пряди двойной свивки. Канаты имеют разнообразную конструкцию и отличаются характером свивки, формой сечения каната и пряди, формой сечения проволок, входящих в канат, и другими признаками. Ниже приведем классификацию по признакам, имеющим важное значение для подъемных канатов.

По форме сечения прядей канаты различают круглопрядные (рис. 7.16, *а* и *б*) и фасонные. Последние канаты имеют треугольное (рис. 7.16, *г*), овальное, плоское и другие сечения прядей и называются соответственно трехграннопрядными, овальнопрядными, плоскопрядными и т. д.

По сравнению с круглопрядными канатами фасонные характеризуются большим наполнением сечения каната проволоками, лучшим прилеганием к ободу навивки подъемной машины и, следовательно, меньшим удельным давлением, но они сложнее в изготовлении.

По форме сечения различают канаты круглые (см. рис. 7.16, *а*, *б, в, г*) и плоские (см. рис. 7.16, *д*). Первые применяются в качестве подъемных, амортизационных, тормозных и проводниковых, вторые – как уравновешивающие.

По конструкции различают канаты с точечным (ТК), линейным (ЛК) и точечно-линейным касаниями (ТЛК).

Здесь и далее в скобках даются обозначения канатов, принятые в ГОСТ и технических условиях на канаты. Точечное касание имеет место при различном шаге свивки проволок в каждом слое пряди, когда проволоки перекрещиваются, а линейное касание, когда все слои свиты с одинаковым шагом. Канаты с линейным касанием имеют большие сроки службы (на 30-40 %) по сравнению с канатами, имеющими точечное касание проволок.

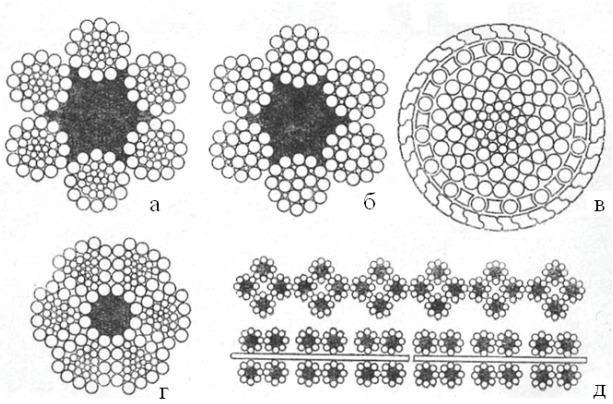


Рис. 7.16. Сечения канатов: круглопрядных с проволоками (***а***) и одинакового (***б***) диаметров, закрытого (***в***) трехграннопрядного (***г***) и плоских (***д***)

Канаты с линейным касанием могут иметь проволоки в каждом слое одинакового диаметра, но разного диаметра в различных слоях (ЛК-О), разного диаметра в части слоев (ЛК-РО), в наружном слое (ПК-Р) и проволоки заполнения между слоями (ЛК-3).

По сочетанию направлений свивки проволок в пряди и прядей различают канаты односторонней (правой или левой), крестовой (направление свивки проволок и прядей встречное) и комбинированной свивок. Канаты односторонней свивки благодаря совпадению направле-

ний свивки имеют склонность к раскручиванию, но имеют больший контакт с желобом органа навивки и меньшую изгибную жесткость по сравнению с канатами крестовой свивки.

По способности самораскручивания канаты различают: раскручивающиеся (Р), нераскручивающиеся (Н) и малокрутящиеся (МК).

Нераскручивающиеся канаты, в отличие от раскручивающихся, изготовляют из предварительно деформированных проволок, и при снятии бандажей они сохраняют форму по концам. Они более эффективны в эксплуатации и отличаются: большей гибкостью, более равномерным распределением усилий между проволоками и прядями, меньшим изменением шага свивки при нагрузке на канат и большим сроком службы.

Малокрутящиеся канаты – это многопрядные канаты, причем каждая прядь с несколькими слоями. В каждом последующем слое проволоки свиты в противоположном направлении по отношению к предыдущему. Такие канаты практически не раскручиваются и не закручиваются при изменении растягивающей их нагрузки.

По конструкции проволок наружного слоя канаты одинарной свивки бывают открытыми и закрытыми (см. рис. 7.16, *в*).

В качестве подъемных канатов применяются и рекомендуются ПТЭ к применению канаты*:* круглопрядные с линейным и точечным касаниями, трехграннопрядные и закрытой конструкции (см. рис. 7.16). На подъемных установках используются канаты с пеньковым сердечником, который выполняет две задачи – служит опорой для прядей и аккумулятором смазки. Смазка каната уменьшает истирание проволок, а также разрушение от ржавчины.

В последнее время все большее применение находят оцинкованные канаты (каждая проволочка покрыта слоем цинка), на которые меньше действуют агрессивные среды.

Расчет головных канатов. Головные канаты рассчитываются в соответствии с нормами ПБ [7] и ПТЭ по максимальной статической нагрузке $F_{ст}$ без учета динамических изгибных и контактных напряжений и по регламентируемым статическим запасам прочности каната:

$$n = \frac{P_с}{F_{ст}}, \qquad (7.48)$$

где $P_с$ – суммарное разрывное усилие всех проволок каната, Н.

$P_с$ определяют по результатам испытаний проволок, взятых из образца для испытаний. В сумму не входят усилия на разрыв проволок, не

выдержавших испытаний. Агрегатное разрывное усилие каната $P_а$ всегда меньше $P_с$, так как при растяжении каната проволоки испытывают сложное упруго-пластическое воздействие в связи с взаимовлиянием соседних проволок:

$$P_а = k \cdot P_с \tag{7.49}$$

где k – коэффициент, учитывающий условия свивки, принимают равным 0,9 для канатов одинарной и двойной свивки с одним рядом проволок в пряди и равным 0,85 и 0,82 для канатов двойной свивки соответственно с двумя и тремя слоями в пряди.

В расчетную статическую нагрузку $F_{ст}$ входят силы тяжести груза, сосуда, вагонеток в клети и головного каната.

Согласно ПБ [7] статический запас прочности n должен быть не ниже: 9-кратного для людских и аварийно-ремонтных подъемных установок; 7,5-кратного для грузолюдских подъемных установок; 6,5-кратного для грузовых подъемных установок; 8-кратного для подъемных установок со шкивами трения (людских, грузолюдских и грузовых) и грузолюдских многоканатных подъемных установок: 7-кратного для грузовых многоканатных подъемных установок. Эти запасы принимаются при глубине подъема до 600 м.

7.10. Подъемные машины. Классификация, конструкции и общая компоновка

По принципу действия подъемные машины разделяются на две группы: с барабанными органами навивки и со шкивами трения.

В барабанных подъемных машинах получили распространение следующие органы навивки (см. рис. 7.3): однобарабанные; однобарабанные с разрезным барабаном; двухбарабанные и бици-линдроконические с разрезным барабаном.

Однобарабанный орган навивки двухконцевой подъемной установки обслуживает два головных каната. Средняя часть барабана – общая для обоих канатов и попеременно служит для навивки левого и правого канатов.

Однобарабанный орган навивки придает подъемным машинам компактность, уменьшает их массу и размеры машинного здания, однако не позволяет обслуживать одновременно несколько горизонтов, и при его использовании также усложняются навеска и смена канатов, регулиро-

вание их длины после вытяжки канатов и обрубки их отрезков для испытаний.

Двухбарабанные органы навивки позволяют производить подъем груза с нескольких горизонтов и по сравнению с однобарабанными имеют большую канатоемкость. У подъемных машин с двумя цилиндрическими барабанами каждый головной канат обслуживается отдельным барабаном. Причем один барабан наглухо связан с валом машины, а другой является переставным и специальным механизмом перестановки, может отключаться от вала и после поворота последнего на любой угол снова с ним соединяться. При смене горизонта, с которого поднимается груз, подъемный сосуд, канат которого навивается на переставной барабан, устанавливается на верхней приемной площадке. Затем переставной барабан отсоединяется от вала и стопорится тормозом. Включается подъемная машина и поднимается на нужный горизонт сосуд, канат которого навивается на барабан, жестко связанный с валом. После этого переставной барабан соединяется с валом и подъемная установка готова для работы с нового горизонта. Аналогично осуществляется регулирование длины каната.

Вместе с тем двухбарабанные подъемные машины имеют большую, по сравнению с однобарабанными, ширину. Двухбарабанный орган навивки при расположении направляющих шкивов в одной плоскости не всегда может обеспечить требуемый угол девиации струн канатов (см. рис. 7.4, *а*).

Последний недостаток устранен в однобарабанном органе навивки с разрезным барабаном (см. рис. 7.3, *в*). Такой барабан состоит из двух частей – длинной, заклиненной на валу, и короткой, переставной, и позволяет регулировать длину каната. Регулировка осуществляется таким образом, чтобы один канат находился на переставной части, а другой на заклиненной и при навивке не переходил на переставную часть, т. е. подъемный сосуд должен переставляться относительно другого на высоту, равную длине каната на переставной части.

Навивка каната на разрезной барабан может производиться только в один слой, на одно- и двухбарабанных органах навивка может быть многослойной. Однако при многослойной навивке увеличиваются нагрузки на канат и его износ.

Бицилиндроконические разрезные барабаны (см. рис. 7.3, *г*) обеспечивают уравновешивание системы подъемной установки и позволяют осуществлять регулировку длины каната и смену горизонта.

Механизмы перестановки современных машин управляются дистанционно и позволяют в течение 2-3 мин производить регулирование длины подъемных канатов, а при работе с нескольких горизонтов – смену горизонта.

В зависимости от типа органа навивки и технических данных подъемных машин выбирается область их применения. Подъемные машины с двумя цилиндрическими барабанами следует устанавливать на двухсосудных подъемных установках при работе с нескольких горизонтов; с одним цельным барабаном – на вспомогательных одноклетевых и односкиповых подъемных установках с противовесом; с одним разрезным барабаном – на двухсосудных подъемных установках при работе с одного горизонта. Машины с бицилиндрическим барабаном применяются для глубоких шахт и рудников с большой грузоподъемностью сосудов.

Подъемные машины со шкивом трения снабжаются одноканатным и многоканатным шкивами.

Подъемные машины с барабанными органами навивки состоят из следующих основных узлов: коренной части, ее привода и тормозной системы управления (рис. 7.17). Каждая подъемная машина оборудуется пультом управления и контрольно-измерительной аппаратурой (указателем глубины, ограничителем скорости, регулятором хода и т. п.).

Подъемная установка с одноканатным шкивом трения компактна, имеет малую ширину, но ей присущи значительные недостатки: снижение безопасности подъема, так как при обрыве каната в ствол падают оба сосуда; сложные навеска канатов и регулирование их длины; невозможность работы двумя подъемными сосудами с нескольких горизонтов и т. д.

Подъемные машины с многоканатными шкивами трения (многоканатные машины) имеют следующие преимущества по сравнению с машинами, оборудованными барабанными органами и одноканатными шкивами – меньший диаметр каната (в связи с применением нескольких канатов), равный $d = d_1 / \sqrt{n}$, где d_1 – диаметр каната одноканатной машины; n – число канатов многоканатной машины; меньший диаметр канатоведущего органа (из-за меньшего диаметра каната), а следовательно, и меньший крутящий момент; более безопасны в работе, так как шкив трения представляет собой фрикционную защиту против чрезмерных возрастаний усилий в подъемных канатах от экстренных и аварийных нагрузок; исключаются парашюты на клетях, так как одновременный разрыв нескольких канатов практически невозможен; мень-

шие размеры и компактность, что удешевляет изготовление машин и упрощает их транспортирование; возможность поднятия тяжелых грузов с больших глубин; возможность размещения подъемной машины непосредственно на копре (над устьем ствола), что требует меньших площадей под поверхностные сооружения шахты и улучшает условия эксплуатации канатов, предохраняя их от вредного воздействия атмосферы.

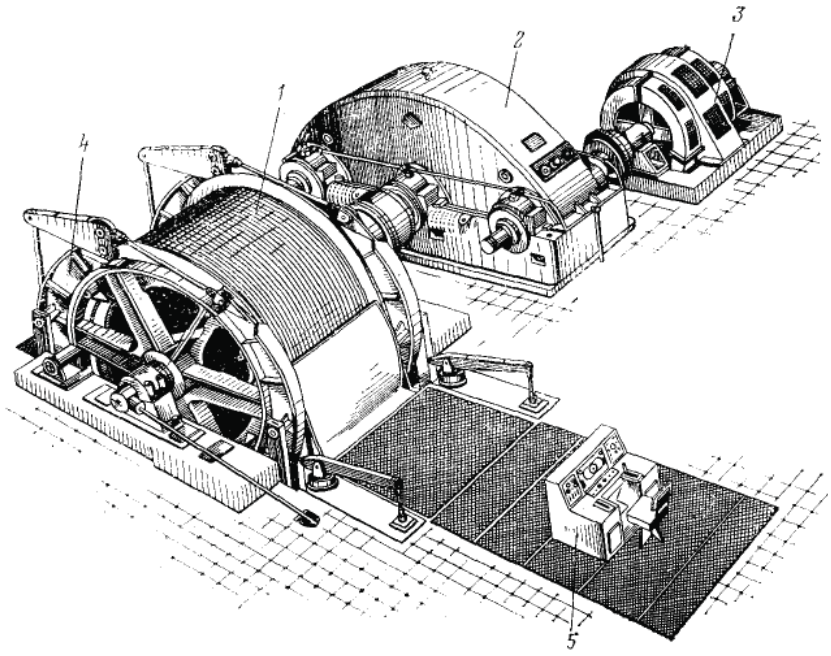


Рис. 7.17. Подъемная машина типа Ц:
1 – однобарабанный орган навивки; ***2*** – редуктор; ***3*** – электродвигатель;
4 – тормозное устройство; ***5*** – пульт управления

Недостатки многоканатных машин: сложность надзора за канатами и контроля за их состоянием, так как на каждой подъемной установке по нескольку подъемных и уравновешивающих канатов; возможность скольжения подъемных канатов из-за уменьшения коэффициента трения; неравномерное распределение нагрузки между отдельными канатами.

Многоканатными подъемными машинами оборудуются вертикальные подъемные установки с двумя сосудами или одним сосудом с противовесом. Однососудные многоканатные установки применяют обычно для обслуживания нескольких горизонтов.

Экономическая эффективность многоканатных машин и указанные выше их преимущества привели к быстрому распространению многоканатных установок в угольной и рудной промышленности, особенно на глубоких шахтах.

Подъемные машины с барабанными органами навивки изготовляются четырех типов, которые обозначаются в соответствии с требованиями ГОСТ на подъемные машины: Ц – цилиндрические однобарабанные; ЦР – цилиндрические однобарабанные с разрезным барабаном; 2Ц – цилиндрические двухбарабанные; БЦК – бицилиндроконические с разрезным барабаном.

Многоканатные подъемные машины выпускают двух серий: МК и ЦШ. Обозначение машины серии МК (например МК-5×4р-2*)* расшифровывается: многоканатная подъемная машина, диаметр канатоведущего шкива – 5 м, число головных канатов – 4, р – с редуктором, 2 (или 3, 4) – номер модификации машины. Машины серии МК (12 типоразмеров) имеют приводные шкивы диаметром от 2,1 до 5 м, число канатов от 2 до 8, максимальную разность статических натяжений от 30 до 500 кН и максимальное статическое натяжение в ветвях канатов от 140 до 2200 кН. Масса машин 22000-420000 кг.

Стандартизованы следующие параметры машин: диаметр и длина органов навивки, передаточное отношение редуктора, величины максимального натяжения канатов и разность их статических натяжений. Первые два параметра входят в условное обозначение машины. Примеры обозначений: ЦР-5×3/0,6 – подъемная машина цилиндрическая с разрезным барабаном диаметром 5 м, полной шириной барабана 3 м и шириной узкой части барабана 0,6 м; БЦК-8/5-2,7 – машина бицилиндроконическая с диаметрами большого барабана 8 и малого 5 м и шириной большего цилиндра 2,7 м.

Машины изготовляются с редукторным и безредукторным приводами от тихоходного электродвигателя с правым или левым (по заказу) расположением приводов. Редукторы применяются цилиндрические одноступенчатые (ЦО) и двухступенчатые (ЦД). В обозначении редукторов с зацеплением Новикова добавляется буква Н (ЦОН, ЦДН).

В зависимости от диаметра барабанного органа навивки цилиндрические машины разделяются на малые и средние – с диаметром барабанов от 1,2 до 3,5 м и крупные – с диаметром от 4 до 6 м.

У двухбарабанных (рис. 7.18) и разрезных органов навивки один барабан или основная (большая) часть жестко соединяется с валом, а второй (переставной) барабан или меньшая (переставная) часть органа навивки устанавливается на валу на подшипниках скольжения или качения для возможности проворачивания. Переставной барабан или переставная часть с валом связывается посредством специального переставного механизма.

Управление машиной (см. рис. 7.17 и 7.18) осуществляется с пульта, на котором установлена контрольно-измерительная и предохранительная аппаратура, а также с помощью рукоятки управления. Пульт управления с подъемной машиной имеет только электрическую связь и может быть установлен в машинном или надшахтном здании. Дистанционное или автоматическое управление машиной осуществляется аппаратом задания и контроля хода АЗК, механически связанным с тихоходным валом редуктора и другими аппаратами.

Тип электродвигателя и пускорегулирующей аппаратуры выбирается в соответствии с местом установки машины – на поверхности или под землей.

В современных подъемных установках находят все большее распространение способы непосредственного соединения сборки коренного вала с двигателем. Это объясняется несомненными преимуществами привода постоянного тока по сравнению *с* асинхронным двигателем с точки зрения точности выполнения заданной диаграммы скорости и возможностей, заложенных в приводе для автоматизированных схем управления. Однако надежность привода с двигателями постоянного тока несколько ниже, чем привода с асинхронными двигателями, а капитальные и эксплуатационные затраты выше. Удорожание безредукторного привода в зависимости от момента на валу приводного шкива составляет 20-50 %. В настоящее время область применения безредукторного привода подъемных машин расширяется.

Обозначение многоканатных подъемных машин серии ЦШ (например, ЦШ2,1×4рп*)* расшифровывается следующим образом: цилиндрические шкивы (приводные), диаметр канатоведущего шкива – 2,1 м, число головных канатов – 4, номер модели – 2, рп – машина редукторная с правым расположением приводного электродвигателя.

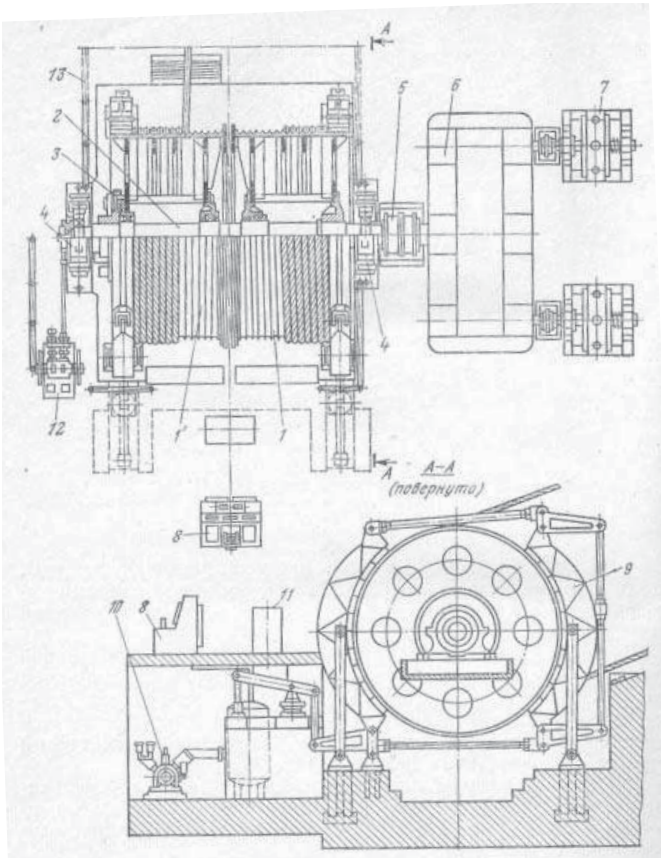


Рис. 7.18. Подъемная машина типа 2Ц: ***1*** и ***1'*** – заклиненный и переставной барабаны; ***2*** – вал; ***3*** – переставной механизм барабана; ***4*** – подшипниковые опоры вала; ***5*** – муфта; ***6*** – редуктор; ***7*** – электродвигатель; ***8*** – пульт управления; ***9*** – исполнительный орган тормоза; ***10*** и ***11*** – соответственно пневмосистема и панель управления тормозом; ***12*** – аппарат задания и контроля хода машины (АЗК); ***13*** – ограждение

Предусмотрено 9 типоразмеров машин с диаметром приводных шкивов от 2,1 до 5 м, числом канатов от 4 до 8, максимальным статическим усилием в ветви канатов от 260 до 2350 кН. Типоразмер машины ЦШ2,8×6 не имеет отклоняющих шкивов.

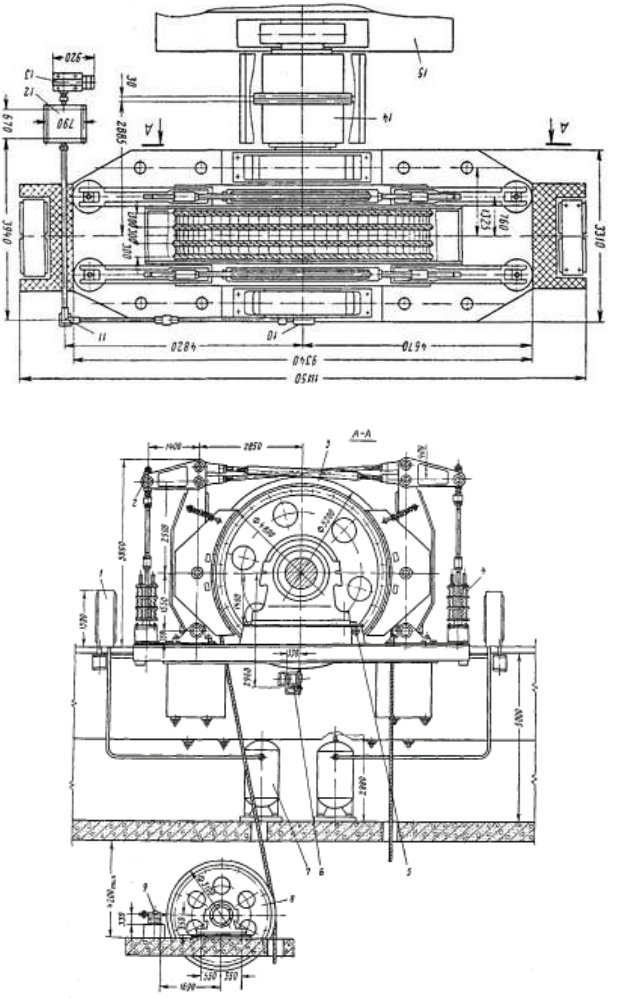


Рис. 7.19. Многоканатная подъемная машина ЦШ5×4: ***1*** – ведущий шкив; ***2*** – тормоз; ***3*** – панель управления тормозом; ***4*** – пружинные приводы тормоза; ***5*** – воздухосборник системы управления тормозом; ***6*** – отклоняющий шкив; ***7*** и ***8*** – приспособления для проточки отклоняющего шкива; ***9*** – электродвигатель; ***10*** – зубчатая муфта; ***11*** – угловой редуктор; ***12*** – аппарат АЗК; ***13*** – установка тахогенератора

Многоканатные подъемные машины обеих серий состоят из следующих основных узлов: коренной части, редуктора, устройств управления тормозом, аппарата контроля хода, пульта управления, отклоняющих шкивов, тахогенераторов, приспособления для проточки канавок в футеровке, устройств для смены-навески канатов и др.

Многоканатные подъемные машины серии МК снабжаются пружинно-пневмогрузовыми тормозными устройствами, машины серии ЦШ – пружинно-пневматическими тормозами с двумя приводами на каждый исполнительный орган.

Многоканатные машины обеих серий выпускаются с редукторами и в безредукторном исполнении. Редуктор обычно соединяется с электродвигателем зубчатой муфтой, а с главным валом коренной части – жесткой фланцевой муфтой. Редукторы устанавливаются на пружинных опорах, что снижает динамические нагрузки на подъемную машину.

На рис. 7.19 приведена в качестве примера компоновка многоканатной машины ЦШ5×4, изготовляемой в безредукторном исполнении.

Ее приводом служат один или два тихоходных электродвигателя постоянного тока.

Компоновка других многоканатных машин может отличаться наличием редуктора и некоторыми другими особенностями. Редуктор может приводиться в движение одним или двумя электродвигателями.

7.11. Тормозные устройства подъемных машин

Все шахтные подъемные машины снабжаются тормозными системами, предназначенными для стопорения канатоведущих органов во время пауз между подъемами, аварийного торможения при нарушении нормальной работы подъемной машины, а также управления подъемной установкой в период замедления. Поэтому тормоза подъемных машин в отличие от лебедок выполнены регулируемыми. С помощью тормозных систем осуществляется рабочее регулируемое или нерегулируемое подтормаживание для выполнения заданной диаграммы скорости и предохранительное торможение для быстрой и надежной остановки подъемной машины при нарушении нормального режима работы.

В отечественных подъемных машинах предохранительное торможение двухступенчатое: вначале тормозное усилие достигает величины рабочего торможения, а затем увеличивается до величины предохранительного торможения.

От совершенства тормозных систем зависят надежность и безопасность эксплуатации подъемных установок.

Правилами ПБ [7] и ПТЭ к тормозным устройствам установок для вертикальных и наклонных подъемов предъявляются следующие требования:

1. Тормозной момент $M_т$ во время предохранительного торможения должен быть не менее 3-кратного максимального статического момента вращения при подъеме и спуске расчетного для машины груза ($M_т \geq 3M_{ст\,max}$). Значения $M_{ст\,max}$ определяются для установок с уравновешивающими канатами при $m'_к < m'_к$:

$$M_{ст\ мах} = r_б \cdot g \cdot \left[m_г + (m_к - m'_к) \cdot n_к \cdot H\right] \qquad (7.50)$$

при двухсосудном подъеме;

$$M_{ст\ мах} = r_б \cdot g \cdot \left[\psi_{пр} \cdot m_г + (m_к - m'_к) \cdot n_к \cdot H\right], \qquad (7.51)$$

при однососудном подъеме с противовесом,

где $r_б$ – радиус барабана канатоведущего органа, м; $n_к$ – число канатов, для одноканатного подъема $n_к = 1$.

2. При перестановке барабанов тормозное устройство должно развивать на одном ободе тормозной момент, равный не менее 1,2 статического момента, создаваемого силой весом подъемного сосуда и одной ветви каната.

3. При включении предохранительного торможения замедление системы соответственно при спуске и подъеме расчетного груза должно быть не менее $a_т \geq 1{,}5$ м/с^2 и не более $a_т \leq 5$ м/с^2.

4. В подъемных установках со шкивами трения замедление, создаваемое рабочим или предохранительным торможением, не должно превышать величины, обусловленной проскальзыванием каната на шкиве, т. е. $a_к$.

5. Время холостого хода тормоза при предохранительном торможении не должно превышать в новых машинах 0,3 с.

Тормозные системы включают тормоза, состоящие из исполнительных органов и их приводов, и системы управления тормозами.

Исполнительные органы тормозов выполняются двух видов: с радиальным и осевым приложениями усилий к тормозному ободу.

Тормоза с радиальным приложением усилия могут иметь поступательное, угловое и комбинированное перемещения тормозных колодок. Тормоза с осевым приложением усилия выполняются с поступатель-

ным перемещением колодок при торможении. Эти тормоза называют дисковыми.

Исполнительные органы с радиальным поступательным перемещением колодок (рис. 7.20) обладают рядом преимуществ перед исполнительными органами с радиальным угловым перемещением: развивают в 1,5-1,7 раза больший тормозной момент и имеют примерно в 2 раза больший срок службы, что объясняется большим углом охвата и более равномерным распределением давления по дуге охвата. Недостатками тормоза с поступательным движением колодок являются сложность конструкции и большое число шарниров, затрудняющих монтаж и наладку тормозной системы. Тормозами с поступательным движением колодок снабжается большинство отечественных машин; тормозами с угловым перемещением колодок – машины со шкивами трения [1].

Исполнительные органы тормозных устройств имеют однотипную схему (см. рис. 7.20, *а*).

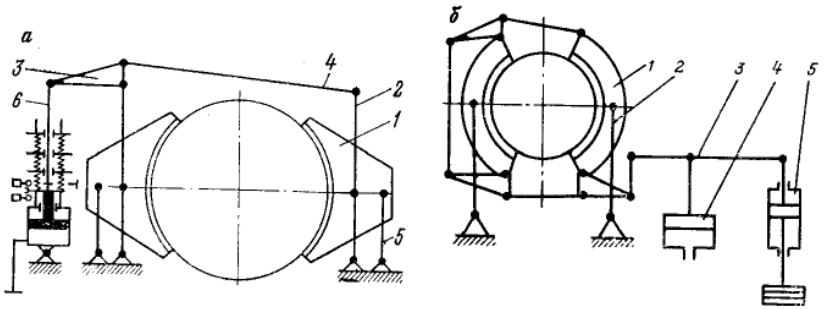


Рис. 7.20. Схемы тормозов подъемных машин Донецкого завода им. ЛКУ (*а*) и НКМЗ (*б*)

Каждый исполнительный орган состоит из двух колодок 1, охватывающих обод канатоведущего органа, двух вертикальных рычагов 2, к которым шарнирно крепятся колодки, треугольного рычага 3, регулируемой тяги 4, соединяющей одну из колодок с треугольным рычагом, и тяги 5, с помощью которой регулируется положение тормозных колодок. К концу треугольного рычага 3 крепится шток 6 привода.

Вертикальные рычаги 2 и тяги 5 образуют шарнирный параллелограмм, который обеспечивает поступательное перемещение тормозных колодок.

При растормаживании, когда шток 6 движется вверх, рычаг 3 поворачивается по часовой стрелке, рычаги 2 отклоняются и колодки отходят от обода канатоведущего органа. При торможении под действием штока 6 рычаг поворачивается в обратном направлении, и тормозные колодки прижимаются к ободу, затормаживая его. У исполнительных органов тормозов (см. рис. 7.20, *б*) машин НКМЗ тормозные колодки 1, подвешенные шарнирно на рычагах 2, прижимаются к ободу органа навивки усилием, которое передается через систему треугольных рычагов и тяг от рычага 3 пневматического тормозного привода.

Тормозные колодки футеруются пресс-массовыми фрикционными накладками.

Исполнительный орган дискового тормоза (рис. 7.21) представляет собой набор тормозных элементов ***1***, расположенных с двух сторон тормозного диска ***2***.

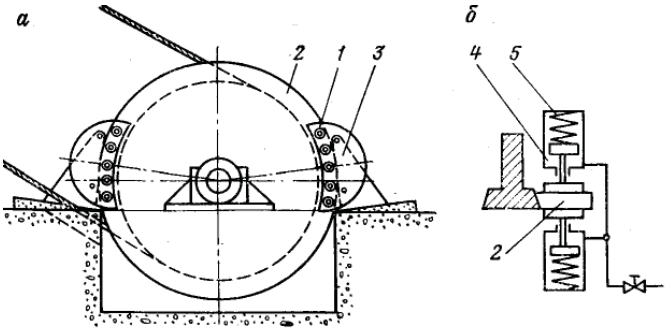


Рис. 7.21. Схема дискового тормоза (***а***)
и его тормозного гидравлического элемента (***б***)

Каждый элемент состоит из тормозной колодки ***3***, предварительно сжатой пружины ***5*** гидродомкрата ***4***. Два противолежащих элемента образуют одну тормозную единицу. При торможении и растормаживании колодки перемещаются в осевом направлении. Передача тормозных усилий на них производится от гидродомкратов через предварительно сжатые пружины.

Дисковый исполнительный орган, имеющий осевое перемещение колодок, обладает по сравнению с тормозами с радиальным перемещением колодок рядом преимуществ: большим быстродействием (до 0,1 с) вслед-

ствие уменьшения движущихся масс; более высокой надежностью вследствие разделения исполнительного органа на несколько элементов (от 6 до 12); более простой конструкцией и меньшими габаритами.

Отечественные подъемные машины оборудуются тормозами с радиальным перемещением колодок. Тормоза с осевым перемещением (дисковые) находятся в стадии испытаний.

Привод тормозов служит для создания усилий при торможении и растормаживании подъемной машины. Усилия от привода на колодки передаются через рычажную систему тормоза.

В нерабочем состоянии машина нормально заторможена, колодки тормозов прижаты к тормозным ободьям усилиями пружин или груза, или пружин и груза одновременно. Источником сил при растормаживании машины является давление рабочей жидкости (воздуха или масла), поднимающей груз или сжимающей пружину.

Применяются следующие типы тормозных приводов:

1) гидрогрузовые;
2) пневмогрузовые;
3) пружинно-пневмогрузовые;
4) пружинно-гидрогрузовые;
5) пружинно-гидравлические.

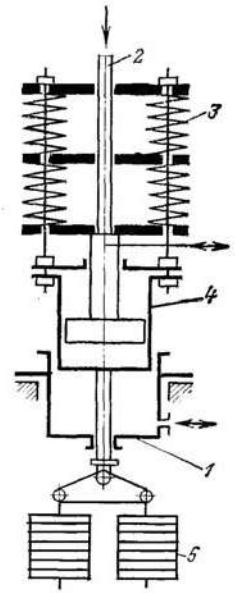


Рис. 7.22. Схема пружинно-пневмогрузового тормозного привода

Пружинно-пневмогрузовой привод (рис. 7.22) состоит из телескопического двойного домкрата ***1*** со штоком ***2*** и блока предварительно сжатых цилиндрических пружин ***3***. Внутренний цилиндр ***4*** является одновременно поршнем предохранительного торможения и к нему снизу подвешивается тормозной груз ***5***.

При растормаживании сжатый воздух (масло) одновременно подается во внутренний и во внешний цилиндры домкрата, благодаря чему пружины сжимаются, и шток ***2*** растормаживает колодки тормоза. Рабочее торможение осуществляется выпуском воздуха из внутреннего цилиндра и действием на тормоз разжимающихся пружин. Воздух во

внешнем цилиндре удерживает цилиндр ***4*** рабочего торможения в верхнем положении. В случае предохранительного торможения воздух одновременно выпускается из обоих цилиндров и из-за разной инерционности действий пружин и груза тормозное усилие увеличивается ступенчато. Вначале создается усилие рабочего торможения действием разжимающихся пружин, а затем добавляется усилие от тормозного груза, которое передается штоку через пружины. Под действием груза внутренний цилиндр опускается, пружины сжимаются дополнительно и тормозное усилие возрастает. Тормозной груз вызывает торможение машины и при заклинивании поршня рабочего цилиндра, а также при поломке пружин.

Каждый тормоз подъемной машины снабжается индивидуальным тормозным приводом. Каждый канатоведущий орган оборудуется двумя тормозами, которые воздействуют на тормозные ободья, выполненные как одно целое с органом навивки.

Системы управления тормозами подъемных машин выполняются пневматическими и гидравлическими. Они включают распределительную и регулирующую аппаратуру, воздухо- или маслопроводы, компрессоры или насосы.

Однако наибольшее распространение получили пневматические системы управления тормозами в связи с тем, что они обеспечивают большую плавность приложения тормозных усилий.

7.12. Электропривод подъемных установок и основные требования к электроприводу

Электропривод подъемных машин должен:

1) развивать большой начальный пусковой момент, иметь большую перегрузочную способность и реверсироваться;

2) обеспечивать независимость частоты вращения от изменения нагрузки;

3) осуществлять динамическое торможение;

4) работать устойчиво при максимальной и минимальной скоростях при изменении нагрузки;

5) обеспечивать регулирование скорости в широких пределах – от 0 до v_{max} и от v_{max} до 0;

6) быть удобным для автоматического управления, надежным и безопасным в работе.

Этим требованиям удовлетворяют в основном два типа электродвигателей: асинхронный с фазным ротором и постоянного тока с независимым возбуждением. Асинхронные электродвигатели широко используются в приводе подъемных машин малой и средней мощностей до 1200 Вт и в двухдвигательном приводе с суммарной мощностью до 2000 Вт, двигатели постоянного тока используются при большой мощности привода – более 1000 Вт. Из-за потерь энергии в реостатах при управлении асинхронными двигателями экономически целесообразнее при большой мощности применять двигатели постоянного тока [1, 15, 16].

Замедление подъемной машины с асинхронным двигателем осуществляется механическим торможением при отключении электродвигателя и с помощью электродвигателя. В последнем случае электродвигатель может использоваться для двигательного замедления и динамического торможения.

Двигательное замедление осуществляется введением сопротивлений в цепь ротора и применяется в режиме, когда при свободном выбеге системы требуется небольшое двигательное усилие для дотягивания.

Динамическое торможение осуществляется отключением статора от сети переменного тока и питанием его постоянным током. В статоре создается постоянное магнитное поле. Взаимодействие этого поля с индуктируемым магнитным полем в роторе создает тормозной момент, который может регулироваться изменением величины постоянного тока и сопротивлений реостата в цепи ротора.

Динамическое торможение дает возможность регулировать скорость в широких пределах.

Как при двигательном, так и при динамическом торможении в конце накладываются механические тормоза.

Наиболее часто применяется первый способ управления замедлением подъемной машины с асинхронным приводом – механическое торможение.

Скорость подъемного двигателя постоянного тока регулируется изменением напряжения, подаваемого на его якорь от преобразователя тока. В случае преобразователя по системе Г-Д постоянный ток на якорь подъемного двигателя поступает от генератора, э.д.с. которого зависит от тока в его обмотке возбуждения. При использовании системы привода ТП-Д (тиристорный преобразователь-двигатель) постоянный ток к двигателю поступает от тиристорного преобразователя с устройством управления приводом.

Мощность электродвигателя подъемной машины обычно определяется в два этапа. На первом этапе производится ориентировочный расчет мощности и выбор электродвигателя для определения момента инерции (необходимого при построении диаграмм усилий) и сравнения различных вариантов проектируемого подъема. На втором этапе проводится уточненный расчет установленной мощности электродвигателя.

Ориентировочная мощность электродвигателя определяется по формуле:

$$N_0 = \rho \cdot \frac{K}{\eta_р} \cdot N_{пол}, \tag{7.52}$$

где ρ – коэффициент, называемый по предложенной терминологии акад. М. М. Федорова характеристикой динамического режима и зависящий от момента инерции подъемной установки, степени ее неуравновешенности и множителя скорости α; K – коэффициент, учитывающий увеличение нагрузки за счет вредных сопротивлений; $\eta_р$ – к.п.д. редуктора подъемной машины.

На основе опыта проектирования принимают следующие значения ρ подъемных установок: с неопрокидными скипами 1,3-1,4; с опрокидными скипами 1,4-1,5; с неопрокидными клетями 1,5-1,6; с опрокидными клетями 1,8-2,2 и для многократных установок 1,2-1,3.

Полезная мощность электродвигателя $N_{пол}$ (без учета потерь), затрачиваемая на подъем полезного груза с массой $m_г$ средней скоростью:
для однососудной установки с противовесом

$$N_{пол} = \frac{(1-\psi) \cdot g \cdot m_г \cdot v_{ср}}{1000}; \tag{7.53}$$

для двухсосудной вертикальной установки

$$N_{пол} = \frac{g \cdot m_г \cdot v_{ср}}{1000}, \tag{7.54}$$

где ψ – коэффициент, учитывающий степень уравновешивания массы груза $m_г$ массой противовеса; $v_{ср}$ – средняя скорость движения сосуда, м/с:

$$v_{ср} = \frac{H}{t_д}. \tag{7.55}$$

Окончательно мощность электродвигателя подъемной машины выбирается по допустимому нагреву его обмоток и электродвигатель проверяется на перегрузочную способность по максимальным усилиям в подъ-

емной установке. При переменных по величине нагрузках подъемных машин мощность электродвигателя по нагреву определяется исходя из эквивалентных усилий. Под эквивалентным усилием $F_{эк}$ понимают такое воображаемое постоянное усилие, при котором в двигателе выделяется в течение времени $T_{эк}$ такое же количество теплоты, как при работе двигателя с фактическими переменными нагрузками $F_д$ за цикл подъема T:

$$T_{эк} = k \cdot (t_1 + t_3) + t_2 + k_п \cdot \theta, \tag{7.56}$$

где $k_д$ и $k_п$ – коэффициенты, учитывающие ухудшение охлаждения электродвигателей в переходные периоды и во время пауз, принимают $k_д = 0{,}6 – 0{,}7$ и $k_п = 0{,}25 – 0{,}4$; θ – пауза между циклами подъема, с.

В общем случае эквивалентное усилие выражается формулой

$$F_{эк} = \sqrt{\frac{1}{3}\frac{\sum\left(F_{i2}^2 + F_{i1} \cdot F_{i2} + F_{i2}^2\right) \cdot t_i}{t_2 + k_д \cdot \sum t_i + k_ц \cdot \theta}}, \tag{7.57}$$

если $m_к \neq m'_к$ или уравновешивающий канат не применяется, и

$$F_{эк} = \sqrt{\frac{\sum F_i^2 \cdot t_i}{t_2 + k_д \cdot \sum t_i + k_п \cdot \theta}}, \tag{7.58}$$

если $m_к = m'_к$,

где F_{i1} и F_{i2} – величина движущего усилия соответственно в начале и конце интервала времени t_i.

Для промежутков времени, когда электродвигатель отключен от сети, значения интегралов равны нулю.

Мощность электродвигателя подъемной машины определяется по эквивалентному усилию $F_{эк}$:

$$N = \frac{F_{эк} \cdot v_{max}}{1000 \cdot \eta_р}, \tag{7.59}$$

где $\eta_р$ – к.п.д. редуктора подъемной машины.

Мощность двигателя принимается больше расчетной на 10-15 % с учетом возможного падения напряжения в электрической сети [1].

Выбранный электродвигатель проверяется на допустимую перегрузку

$$\gamma \geq \frac{F_{д\ max}}{F_н}, \tag{7.60}$$

где γ – перегрузочная способность электродвигателей; $F_{д\ max}$ – максимальное движущее усилие, установленное по диаграмме; $F_н$ – номи-

нальное усилие двигателя, определяется по его номинальному моменту и приводится к ободу канатоведущего органа.

Определение расхода энергии и к.п.д. подъемной установки

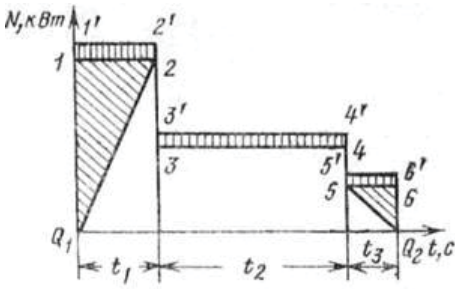


Рис. 7.23. Диаграмма мощности,
потребляемая асинхронным электродвигателем

Расход энергии из сети определяется по диаграммам мощности и зависит от типов электродвигателей. Диаграммы мощности (рис. 7.23) на валу канатоведущего органа строятся на основании диаграмм скорости и усилий с использованием формулы при органе навивки с постоянным радиусом [1].

$$N_i = \frac{F_i \cdot v_i}{1000}, \tag{7.61}$$

где F_i, и v_i – усилие на канатоведущем органе и скорость движения сосуда в момент времени t_i.

Расход энергии $W_ц$ из сети за цикл равен площади диаграммы мощности, потребляемой из сети, кВт·ч:

$$W_ц = \frac{K_м}{3600} \sum_1^n N_{i\ ср} \cdot t_i, \tag{7.62}$$

где n – число периодов диаграммы; $K_м$ – 1,03-1,05 – коэффициент, учитывающий расход энергии во время маневров и торможения; $N_{iср}$ – средняя мощность за i-й период диаграммы, при линейном изменении мощности определяется как среднее значение мощности в начале N_{i2} и в конце $N_{iср}$ периода, $N_{iср} = (N_{i1} + N_{i2})/2$.

Расход энергии Wт на 1 т поднимаемой массы груза, кВт·ч:

$$W_{т} = \frac{W_{ц}}{G_{г}}, \tag{7.63}$$

где $G_{г}$ – грузоподъемность подъемного сосуда, т.

Расход энергии на 1 т·км при высоте подъема *H:*

$$W_{т\cdot км} = \frac{W_{т}}{H}. \tag{7.64}$$

Годовой расход электроэнергии $W_{г}$ подъемной установки, кВт·ч:

$$W_{г} = Q_{г} \cdot W_{т} \tag{7.65}$$

где $Q_{г}$ – годовая производительность установки, т.

К.п.д. подъемной установки определяется как отношение полезного расхода энергии за цикл к расходу энергии, потребляемой из сети:

$$\eta_{п.у} = \frac{W_{пол}}{W_{ц}}. \tag{7.66}$$

Полезный расход энергии за цикл у вертикальных двухсосудных подъемных установок, кВт·ч:

$$W_{пол} = \frac{g \cdot m_{г} \cdot H}{1000 \cdot 3600}. \tag{7.67}$$

К.п.д. подъемной машины будет больше к.п.д установки так как он не учитывает сопротивлений в стволе и направляющих шкивах.

$$\eta_{п.у} = K \cdot \eta_{п.м}, \tag{7.68}$$

где *K* – коэффициент вредных сопротивлений.

Список используемой литературы

1. *Картавый Н. Г.* Стационарные машины. М.: Недра, 1981.

2. *Хаджиков Р. Н.* Горная механика. М.: Госгортехиздат, 1962.

3. *Киселев В. И.* Горная механика. М.: Госгеолтехиздат, 1961.

4. *Черкасский В. М.* Насосы, вентиляторы, компрессоры. М.: Энергия, 1977.

5. *Борохович А. И., Гусев В. В.* Стационарные машины и установки на открытых горных разработках. М.: Недра, 1969.

6. *Попов В. М.* Водоотливные установки: справ. пособие. М.: Недра, 1990.

7. *Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности* «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полез-

ных ископаемых». Утверждены Приказом Ростехнадзора от 11.12.2013 № 599. Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2015. 212 с.

8. *Алексеев В. В.* Стационарные машины. М.: Недра, 1989.

9. *Гришко А. П., Шелоганов В. И.* Стационарные машины и установки. М.: МГГУ, 2007.

10. *Долганов А. В.* Современное состояние рудничного водоотлива при отработке медно-колчеданных месторождений Южного Урала // Горный информ.-аналит. бюл. М.: МГГУ, 2009. № 2. С. 12–15.

11. *Долганов А. В.* Влияние износа элементов проточной части шахтных насосов ЦНС(К) 300-360 на режимы их работы // Известия Уральского государственного горного университета: сб. науч. тр. Екатеринбург: Изд-во Уральск. гос. горн. ун-та, 2012. Выпуск 27–28. С. 110–113.

12. *Долганов А. В.* Разработка классификации способов очистки от шламов отстойников горных производств // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сб. науч. тр. Екатеринбург: Изд-во Уральск. гос. горн. ун-та, 2016. С. 33–36.

13. *Долганов А. В.* Шламы медно-колчеданных рудников: проблемы и пути решения // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2013. № 4. С. 10–14.

14. *ОАО НИПИГОРМАШ*: каталог продукции, 2012.

15. *Стационарные установки шахт* / под ред. Б. Ф. Братченко. М.: Недра, 1977.

16. *Правицкий Н. К.* Рудничные подъемные установки. М., 1963.

17. *Найденко И. С., Белый В. Д.* Шахтные многоканатные подъемные установки. М.: Недра, 1979.

18. *Долганов А. В., Великанов В. С.* Стационарные машины: конспект лекций. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 218 с.

ЧАСТЬ 2
МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН

1. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА ШАХТНОЙ И КАРЬЕРНОЙ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК

Задачами эксплуатационного расчета водоотливной установки являются: выбор схемы водоотлива, подбор насоса и диаметр става, составление гидравлической схемы водоотливной установки, аналитическое и графическое определение режима насоса водоотливной установки, выбор электродвигателя и расчет расхода электроэнергии, обоснование объема водосборника и насосной камеры [14].

Исходные данные для расчета

1. Вид добываемого полезного ископаемого:
- уголь (У);
- железная руда (Fe);
- медная руда (Cu);
- полиметаллические руды (Пм).
2. Глубина шахты (рудника) $H_{ш}$, м.
3. Глубина обработанной части карьера $H_{ко}$, м.
4. Высота уступа $h_{у}$, м.
5. Угол откоса уступа $\alpha_{у}$, (град).
6. Нормальный водоприток в карьер $Q_{норм\ к}$, м^3/ч.
7. Максимальный водоприток карьера $Q_{max\ к,}$ м^3/ч.
8. Коэффициент водообильности пород, $k_{во}$.
9. Коэффициент кратности водопритока $k_{кр}$.
10. Количество дней в году:
- с минимальным водопритоком z_{min};
- с максимальным водопритоком, z_{max}.
11. Годовая производительность шахты $A_{ш}$, млн т/год.

1.1. Определение водопритока

1.Карьер

Определяем нормальный, суточный водоприток в карьер по выражению, м³/сут.,

$$Q^{\text{сут}}_{\text{норм.к}} = Q_{\text{норм к}} \cdot 24, \quad (1.1)$$

где $Q_{\text{норм к}}$ – нормальный водоприток в карьер, м³/ч.

Определяем максимальный суточный водоприток в карьер, м³/сут.,

$$Q^{\text{сут}}_{\text{max.к}} = Q_{\text{max к}} \cdot 24, \quad (1.2)$$

где $Q_{\text{max к}}$ – максимальный водоприток в карьер, м³/ч.

2.Шахта (подземный рудник)

Определяем нормальный суточный водоприток в шахту, м³/сут.,

$$Q^{\text{сут}}_{\text{норм.ш}} = \frac{A_{\text{г}} \cdot k_{\text{во}}}{Д_{\text{к}}}, \quad (1.3)$$

где $A_{\text{г}}$ – годовая производительность шахты, млн т/год; $k_{\text{во}}$ – коэффициент водообильности; $Д_{\text{к}}$ – количество календарных дней в году.

Определяем максимальный суточный водоприток в шахту, м³/сут.,

$$Q^{\text{сут}}_{\text{max.ш}} = Q^{\text{сут}}_{\text{норм.ш}} \cdot k_{\text{кр}}, \quad (1.4)$$

где $k_{\text{кр}}$ – коэффициент кратности водопритока.

1.2. Определение подачи насоса

Расчетная подача насоса $Q_{\text{р}}$ (м³/ч) определяется:

- по нормальному водопритоку $Q_{\text{норм}}$, м³/ч,

$$Q_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{норм}}}{T}; \quad (1.5)$$

- по максимальному водопритоку Q_{max}, м³/ч,

$$Q_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{max}}}{T}, \quad (1.6)$$

где T – нормативное число часов в сутки для откачки суточных водопритоков, устанавливаемое правилами безопасности ПБ [1]. Для угольных месторождений, разрабатываемых подземным способом, T = 16 ч.

Для рудных месторождений, разрабатываемых подземным способом, а также дренажных шахт, $T = 20$ ч.

1.3. Определение напора насоса

Расчетный напор насосной станции $H_р$ (м) определяется из выражения (при $D_н = D_{вс}$)

$$H_р = H_г + (\frac{L}{D_н} \cdot \lambda + \sum \xi + 1) \cdot \frac{v_р^2}{2 \cdot g} , \quad (1.7)$$

где $Н_г$ – расчетная геодезическая высота подъема воды, м, $D_н$, $D_{вс}$ – внутренние диаметры нагнетательного и всасывающего трубопроводов, мм;

$$H_г = H_ш + H_{вс} + H_п, \quad (1.8)$$

где $H_{вс} = 2 – 5$ м – геодезическая высота всасывания насоса; $H_п = 1 – 2$ м – высота переподъема воды на поверхности; L – ориентировочная длина трубопровода водоотливной установки, м;

$$L = H_ш + l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \quad (1.9)$$

где l_1 – длина всасывающего трубопровода, м (для карьера и для шахты); $l_2 – 25 – 30$ м – длина трубопровода в насосной камере; $l_3 – 15 – 20$ м – длина трубопровода в трубном ходке; $l_4 – 15 – 30$ м длина трубопровода на поверхности шахты, карьера до места слива.

По исходным данным ($H_{ко}$ и $\alpha_у$) находим длину напорного трубопровода в карьере $L_к$, м.

Диаметр нагнетательного трубопровода определяется по формуле:

$$D_н = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_р}{3600 \cdot \pi \cdot v_н}} , \quad (1.10)$$

где $Q_р$ – расчетный расход жидкости по одному нагнетательному ставу труб, м^3/ч; $v_н = 1,5 – 2,5$ м/с – экономически наивыгоднейшая скорость движения воды по нагнетательному трубопроводу водоотливной установки.

Диаметр всасывающего трубопровода определяется по формуле:

$$D_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_р}{3600 \cdot \pi \cdot v_{вс}}} , \quad (1.11)$$

где $v_{вс} = 0,9 – 1,2$ м/с – рекомендуемая скорость воды во всасывающем трубопроводе; λ – коэффициент местных гидравлических сопротивлений.

$$\lambda = \frac{0{,}0195}{\sqrt[3]{D_н}}, \qquad (1.12)$$

где $\Sigma\zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений (для типовой гидравлической схемы трубопроводов $\Sigma\zeta = 25 – 35$).

1.4. Выбор типа и количества насосов

Выбор типа насоса производят по расчетным значениям Qр (см. п. 1.2) и Нр (см. п. 1.3). Для этого необходимо на сводный график рабочих зон промышленного использования насосов нанести точку с координатами $Q_р$ и $H_р$ [2 – 4]. Если точка попадет в рабочую зону нескольких насосов, то выбор окончательного варианта будет зависеть от результатов технико-экономического сравнения.

В случае, если требуемый напор не может быть обеспечен насосом данной подачи, необходимо рассмотреть следующие варианты:

- применение насоса с большей подачей и напором;
- применение ступенчатого водоотлива с последовательным включением насосов, расположенных на различных горизонтах;
- применение ступенчатого водоотлива с водосборником на промежуточном горизонте.

Если необходимая подача превышает максимальную для насоса, который проходит по напору, следует рассмотреть вариант применения параллельной работы насосов на один трубопровод.

Для главных водоотливных установок шахт применяются в основном многосекционные насосы типа ЦНС (ГОСТ 19407-70), одноступенчатые типов Д (ГОСТ 10273-73), К (ГОСТ 22247-76) и др [2].

Согласно рекомендациям по выбранной характеристике из каталогов [2] выписываем тип принятого насоса и по условному обозначению насоса определяем внутренний диаметр всасывающего $D_{вс}$ и нагнетательного $D_н$ трубопроводов. Далее делаем выкопировку индивидуальной характеристики насоса (см. рис. 2.16, часть I) и определяем по ней подачу $Q_{нас}$ и напор $H_к$, развиваемый одним рабочим колесом насоса при максимальном коэффициенте полезного действия (к.п.д.).

1. Карьер ($Q_р$, м^3/ч и $H_р$, м)

Предварительно принимаем насос (указать тип) и приводим его техническую характеристику в табличной форме.

2. Шахта ($Q_р$, м^3/ч и $H_р$, м)

Предварительно принимаем насос (указать тип) и приводим его техническую характеристику в табличной форме.

Определяем стандартные размеры внутренних диаметров всасывающего $D_{вс}$ и нагнетательного $D_{н}$ трубопроводов.

1. Карьер:

-диаметр нагнетательного трубопровода $D_{н}$, мм;

-диаметр всасывающего трубопровода $D_{вс}$, мм.

2. Шахта:

-диаметр нагнетательного трубопровода $D_{н}$, мм;

-диаметр всасывающего трубопровода $D_{вс}$, мм.

Напор насоса при нулевой подаче, т. е. при закрытой задвижке, для карьера и шахты определяется по выражению, м

$$H_0 = H_к \cdot z \tag{1.13}$$

где $H_к$ – напор, развиваемый одним колесом насоса при закрытой задвижке, м (см. рис. 2.16, часть I); z – число рабочих колес.

Число рабочих колес для насосов карьерной и шахтной водоотливных установок по выражению:

$$z = \frac{H_р}{Н_к} \quad , \tag{1.14}$$

где $H_р$ – расчетный напор насоса, м.

Если в результате расчета число рабочих колес насоса получилось дробным, то округляем его до ближайшего, большего целого числа.

Количество рабочих насосов для откачки суточного притока определяется:

- при откачке нормального водопритока

$$n_{н.в} = \frac{Q_н}{Q_{нас}} \; ; \tag{1.15}$$

- при откачке максимального водопритока

$$n_{max.в} = \frac{Q_{max}}{Q_{нас}} \; . \tag{1.16}$$

Помимо рабочих насосов, на насосной станции предусматриваются резервные насосы и насосы, находящиеся в ремонте. Так, при расчетном количестве рабочих насосов [2 – 4]:

- $n_{р.н.}$ = 1 принимают 3 насоса (один рабочий, один в ремонте, один в резерве);

- $n_{р.н.}$ = 2 принимают 4 насоса (два рабочих, один в ремонте, один в резерве);

- $n_{р.н.}$ = 3 принимают 5 насосов (три рабочих, один в ремонте, один в резерве);

- $n_{р.н.}$ = 5 принимают 8 насосов (пять рабочих, один в ремонте, два в резерве).

Соотношение насосов рабочих, резервных и находящихся в ремонте устанавливается согласно требованиям правил безопасности ПБ [1]. При этом суммарная подача рабочих и резервных насосов должна быть не меньше расчетной подачи насосной станции по максимальному притоку.

1.5. Обоснование количества нагнетательных ставов водоотливных установок

Центральная и главная водоотливные установки карьеров и шахт должны иметь не менее двух нагнетательных трубопроводных ставов по требованиям ПБ [1]: рабочий и резервный (рис. 1.1).

Для установки с четырьмя насосами, из которых два постоянно действующие, а также при откачивании агрессивных (кислотных и щелочных) вод ПБ требуют применения трех нагнетательных ставов.

Число напорных ставов на шахтах, карьерах и подземных рудниках можно определить из условия скорости течения воды в трубопроводе, которая не должна превышать 2,5 м/с при одном отключенном напорном трубопроводе [1].

1.6. Составление гидравлической схемы насосной установки

На основании расчетных и принятых данных числа насосов и водородного показателя *ph* откачиваемых вод составляются эксплуатационные гидравлические схемы карьерной и шахтной водоотливных установок.

Гидравлическая схема должна отображать:

1) водосборник, насосную станцию, всасывающий и нагнетательный трубопроводы;

2) количество и схему соединения насосов;

3) схему разводки трубопроводов в насосной станции;

4) расстановку пускорегулирующей и предохранительной арматуры (задвижек, вентилей, обратных клапанов, предохранительных сеток, манометров и т.д.);

5) водоотливную канаву или сливной трубопровод (рис. 1.1).

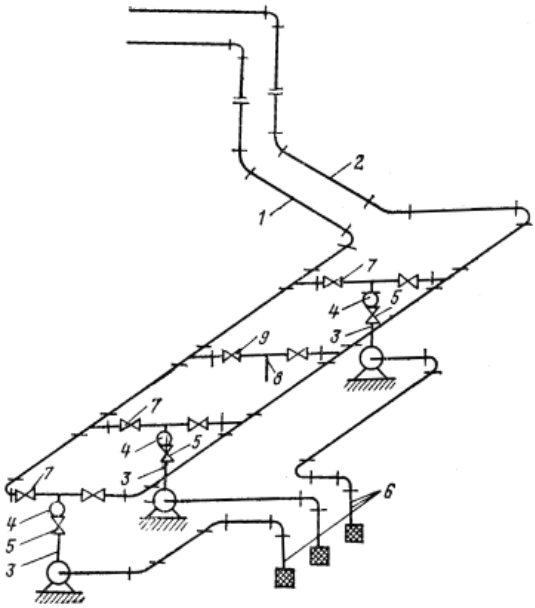


Рис. 1.1. Типовая гидравлическая схема трубопроводов главного водоотлива:
1 и 2 – рабочий и резервный магистральные трубопроводы;
3 – соединительный патрубок; 4 – обратный клапан; 5 – запорная задвижка;
6 – всасывающие трубопроводы; 7 – распределительная задвижка;
8 и 9 – труба и задвижка для выпуска воды из ставов в водосборник

Схема разводки нагнетательного трубопровода по насосной станции должна обеспечивать переключение любого насоса на любой нагнетательный став. В зависимости от типа принимаемых при проектировании насосов прокладка трубопроводов в насосной камере может быть с верхней или нижней разводкой. Верхняя разводка преимущественно применяется при использовании секционных насосов, а нижняя – при использовании спиральных насосов.

1.7. Расчет характеристики внешней сети

Расчетным путем находим характеристику внешней сети водоотливной установки (для наиболее протяженной ветви внешней сети) по формуле:

$$H_{\text{с}} = H_{\text{г}} + ((\lambda_{\text{н}} \frac{l_{\text{н}} + \Sigma l_{\text{экв.н}}}{D_{\text{н}}} + 1) \frac{1}{D_{\text{н}}^4} +$$

$$+ (\lambda_{\text{вс}} \frac{l_{\text{вс}} + \Sigma l_{\text{экв.вс}}}{D_{\text{вс}}} + 1) \frac{1}{D_{\text{вс}}^4}) \times$$

$$\times \frac{8 \cdot Q^2}{3600^2 \cdot \pi^2 \cdot g} = H_{\text{г}} + R_{\text{т}} Q^2 \quad , (1.17)$$

где $H_{\text{г}}$ – расчетная геодезическая высота подъема воды, м; $\lambda_{\text{н}}$, $\lambda_{\text{вс}}$ – коэффициенты местных гидравлических сопротивлений:

$$\lambda_{\text{н}} = \frac{0{,}0154}{\sqrt[3]{D_{\text{н}}}} \quad \lambda_{\text{вс}} = \frac{0{,}0154}{\sqrt[3]{D_{\text{вс}}}} \quad ,(1.18)$$

$l_{\text{н}}$, $l_{\text{вс}}$ – длина *i*-х прямолинейных участков нагнетательного и всасывающего трубопроводов (рис. 1.2), м:

$$l_{\text{вс}} = l_{\text{вс1}} + l_{\text{вс2}} + \ldots + l_{\text{вс}i};$$

$$l_{\text{вс}} = l_{\text{н1}} + l_{\text{н2}} + \ldots + l_{\text{н}i},$$

$\Sigma l_{\text{экв.н}}$, $\Sigma l_{\text{экв.вс}}$ – эквивалентная длина *i*-й арматуры нагнетательного и всасывающего трубопроводов:

$$\Sigma\, l_{\text{экв.вс}} = n l_{\text{экв.вс1}} + n l_{\text{экв.вс2}} + \ldots + n l_{\text{экв.вс}i};$$

$$\Sigma\, l_{\text{экв.н}} = n l_{\text{экв.н1}} + n l_{\text{экв.н2}} + \ldots + n l_{\text{экв.н}i},$$

где n – количество одноименных *i*-х элементов арматуры всасывающего и нагнетательного ставов; Q – подача насоса при максимальном к.п.д., м^3/ч; R_m – удельное сопротивление трубопровода:

$$R_{\text{т}} = (\lambda_{\text{н}} \frac{l_{\text{н}} + \Sigma l_{\text{экв.н}}}{D_{\text{н}}} + 1) \frac{1}{D_{\text{н}}^4} +$$

$$+ (\lambda_{\text{вс}} \frac{l_{\text{вс}} + \Sigma l_{\text{экв.вс}}}{D_{\text{вс}}} + 1) \frac{1}{D_{\text{вс}}^4}) \frac{8}{3600^2 \pi^2 g} \quad . \quad (1.19)$$

Если диаметр всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаков, то

$$R_{т} = (\lambda_{н} \cdot \frac{L_{общ}}{D} + \sum \xi + 1) \cdot \frac{8}{3{,}6 \cdot 10^{4} \cdot D^{4} \cdot g} \quad . \qquad (1.20)$$

Расчетные значения коэффициента местных гидравлических сопротивлений приведены в табл. 1.1 [2, 4].

Таблица 1.1

Расчетные значения коэффициентов гидравлических сопротивлений

Диаметр трубы $D_{вн}$, мм	50	100	150	200	300	400	600
Коэффициент сопротивления λ	0,052	0,042	0,037	0,032	0,03	0,276	0,0244

Расчетные значения эквивалентной длины арматуры трубопроводов приведены в табл. 1.2 [2, 4, 14].

Таблица 1.2

Расчетные значения эквивалентной длины арматуры трубопроводов

Наименование арматуры трубопровода	**Эквивалентная длина арматуры, м, при внутреннем диаметре труб, мм**					
	50	100	150	250	400	600
Обратный клапан	10	25	45	70	150	250
Приемный клапан	5	12	20	30	70	110
Задвижка	0,5	1,2	2	3	7	11
Нормальное колено	0,3	0,8	1,3	2	4,5	7
Тройник	3	8	13	20	45	70
Переходный патрубок	11	22	3	5	11	18

Расчет характеристики внешней сети $H_{с}$ ведется по уточненной гидравлической схеме для карьерной и рудничной водоотливных установок. Для этого определяем $H_{г}$ и $R_{т}$, задаваясь подачей Q в интервале от 0 до 2, находим $H_{с}$ для каждого значения Q, а результаты сводим в таблицу 1.3.

На графике индивидуальной характеристики насоса (см. рис. 1.2) в том же масштабе строим характеристику внешней сети $H_{с}$.

Действительный режим работы насосной установки определяется графически (см. рис. 1.2) как точка пересечения напорной характеристики $H = f(Q)$ и характеристики внешней сети $H_{с}$, т.е. определяются

фактические значения подачи $Q_ф$, напора $H_ф$, к.п.д. – $\eta_ф$, допустимой вакуумметрической высоты всасывания $H_{вак.\ нд}$.

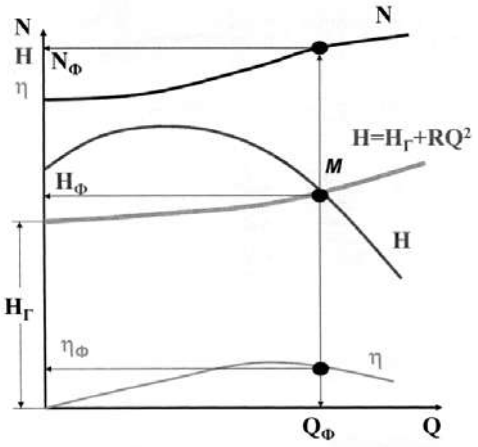


Рис. 1.2. Действительный режим работы насосной установки

Данные расчета внешней сети водоотливной установки приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Расчет внешней сети водоотливной установки

Параметры	0	0,25Q	0,5Q	0,75Q	Q	1,25Q	1,5Q	1,75Q	2Q
Q^2, м^3/ч									
$R_m \cdot Q^2$									
$H_c = H_г + R_m \cdot Q^2$									

При этом для насосов типа ЦНС, для которых в каталогах напорная характеристика дается на одно колесо, напорная характеристика насоса получается путем увеличения (умножения) значений точек кривой напорной характеристики насоса на одно колесо на количество рабочих колес насоса.

Определение режима работы водоотливной установки в случае совместной работы нескольких насосов, соединенных последовательно

или параллельно, определяется как суммарный режим их работы, так и режим работы каждого насоса.

1.8. Проверка действительного режима работы водоотливной установки

Проверка действительного режима работы насосов карьерной и шахтной водоотливной установок выполняется по следующим параметрам [2 – 4, 14]:

- на обеспечение расчетной подачи $Q_{ф} \geq Q_{р}$,
- на устойчивость (напор) $H_{ф} \leq 0{,}9 \cdot H_{0}$;

где H_{0} – напор, развиваемый насосом при нулевой подаче, определяется по напорной характеристике (см. рис. 1.2);

- по экономичности $\eta_{ф} \geq 0{,}9 \cdot \eta_{мах}$,

где $\eta_{мах}$ – максимальный к.п.д. насоса, определяемый по индивидуальной характеристике насоса (см. рис. 1.2).

Водоотливная установка проверяется также на отсутствие режима кавитации по выражению

$$H_{\text{вак.д}} \leq H^{\text{доп}}_{\text{вак.д.насоса}} , \tag{1.21}$$

где $H_{\text{вак.д}}$ – вакуумметрическая высота всасывания в действительном режиме работы насоса, м:

$$H_{\text{вак.д}} = H_{\text{вс}} + \left(\frac{l_{\text{вс}}}{D_{\text{вс}}} \lambda_{\text{вс}} + \sum \xi_{\text{вс}} \right) \frac{\nu^2_{\text{вс}}}{2 \cdot \text{g}} , \tag{1.22}$$

где $\lambda_{\text{вс}}$ – коэффициент местного гидравлического сопротивления; $Д_{\text{вс}}$ – диаметр всасывающего трубопровода, м; $\Sigma\xi_{\text{вс}} = 3{,}5 – 7$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений всасывающего трубопровода, м; $\nu_{\text{вс}}$ – скорость движения воды во всасывающем трубопроводе, м/с:

$$\nu_{\text{вс}} = \frac{4 \cdot Q_{\text{раб}}}{3600 \cdot \pi \cdot D^2_{\text{вс}}} . \tag{1.23}$$

Если условие безкавитационной работы не выполняется, т. е. разница между $H_{\text{вак.д}}$ и $H^{\text{доп}}_{\text{вак.д.насоса}}$ незначительна, то можно увеличить диаметр всасывающего трубопровода до ближайшего большего по стандарту.

Если увеличение диаметра не дает нужного эффекта, то уменьшают геометрическую высоту всасывания, максимально допустимое значение, которой определяется по формуле, м

$$H_{\text{вс.доп}} = H_{\text{вак.д}}^{\text{доп}} - \left(\lambda_{\text{вс}} \frac{l_{\text{вс}}}{D_{\text{вс}}} + \sum \xi_{\text{вс}} \right) \frac{v_{\text{вс}}^2}{2 \cdot \text{g}} \quad . \tag{1.24}$$

Если $H_{\text{вс. доп}} \leq 3{,}5$ м, то сооружается насосная станция заглубленного типа, в которой насосы размещаются ниже уровня воды в водосборнике, или применяют специальные подкачивающие насосы, например, ВП-340 [2].

Если несколько или одно из вышеперечисленных условий проверки не соблюдаются, то необходимо увеличить число рабочих колес или выбрать другой насос, а далее аналогично выполнить его проверку в соответствии с вышеперечисленными условиями.

По результатам проверки к установке окончательно принимается насос для водоотливной установки.

1.9. Расчет трубопровода на гидравлический удар

Повышение давления в трубопроводе до величины Δp при гидравлическом ударе определяется из уравнения проф. Н. Е. Жуковского, МПа

$$\Delta p = \rho \cdot v \cdot c \cdot 10^{-6}, \tag{1.25}$$

где $\rho = 1020 – 1040$, кг/м^3 – плотность перекачиваемой воды; v – фактическая скорость движения жидкости в трубопроводе, м/с; c – скорость распространения упругой волны давления в воде (для инженерных расчетов рекомендуется принимать $c = 1200$ м/с).

Определим максимальное давление, которое должен выдержать трубопровод насосной установки, МПа

$$P_{\text{max}} = P_{\text{н}} + \Delta p, \tag{1.26}$$

где $P_{\text{н}}$ – номинальное расчетное давление воды в трубопроводе, МПа;

$$P_{\text{н}} = H_{\text{р}} \cdot 10^{-2}, \tag{1.27}$$

$H_{\text{р}}$ – расчетный напор, м.

Определим минимальную толщину стенки трубопровода насосной установки по выражению, мм

$$\delta = \frac{D}{2 \cdot \left(\frac{\sigma_{\text{р}}}{P_{\text{max}}} - 1 \right)}, \tag{1.28}$$

где D – внутренний диаметр трубопровода, мм; $\sigma_р$ – допускаемое напряжение материала трубопровода разрыву, которое составляет 25 – 30 % временного сопротивления $\sigma_в$, МПа.

Толщина стенки трубопровода принимается с учетом срока его службы и скорости коррозионного износа внутренней поверхности трубы. Скорость коррозионного износа внутренней поверхности труб определяется химическим составом транспортируемой воды и может быть принята в пределах, приведенных в табл. 1.4 [2].

Таблица 1.4

Значения скорости и коррозионного износа внутренней поверхности трубы

Транспортируемая вода	**Водопроводная**	**Нейтральная или щелочная**	**Слабокислотная**	
			pH=6-7	**pH=5-6**
Скорость коррозионного износа внутренней поверхности трубы, мм/год	0,05	0,1	0,2	0,4

Для водоотливных трубопроводов принимают стальные бесшовные трубы из сталей марок: Ст2сп; Ст4сп, Ст5сп, Ст6сп (ГОСТ 8732-78).

Эти трубы имеют наружный диаметр от 25 до 820 мм при толщине стенки от 2,5 до 7,5 мм. Величина временного сопротивления разрыву $\sigma_в$ для приведенных выше марок стали дана в табл. 1.5 [2].

Таблица 1.5

Величина временного сопротивления разрыву

Марка стали	Ст2сп	Ст4сп	Ст5сп	Ст6сп
Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$	350	420	500	600

1.10. Расчет мощности и выбор типа электродвигателя насоса

Мощность на валу электродвигателя насоса определяется для действительного режима работы насоса по выражению, кВт

$$N_н = \frac{H_ф \cdot Q_ф \cdot \rho}{102 \cdot \eta_ф \cdot 3600}, \qquad (1.25)$$

где $Q_ф$, $H_ф$, $\eta_ф$ – соответственно фактическая подача, напор и к.п.д. насоса.

Мощность электродвигателя, кВт

$$N_{дв} = (1{,}1 – 1{,}15) \cdot N_{н}. \quad (1.26)$$

По каталогу [2] принимаем ближайший больший по мощности электродвигатель с учетом частоты вращения насоса. При этом на главных и участковых водоотливных установках шахт, карьеров и подземных рудников в качестве привода преимущественно используют электродвигатели.

Двигатели внутреннего сгорания применяют на передвижных насосных установках. Пусковые нагрузки насосов обычно не превышают 36 – 40 % номинальной, поэтому наиболее экономичны асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором.

При номинальной мощности насоса более 100 кВт, как правило, используют высоковольтные двигатели специального исполнения типов МА, ТАМ-6, ДАМ-6, ДАМТ-6, ДАМСО и др. Для привода насосов небольшой мощности применяют единую серию низковольтных электродвигателей типов А и АО влагозащитного исполнения.

Для снижения пусковых токов у насосных агрегатов мощностью более 500 – 700 кВт в ряде случаев применяют асинхронные двигатели с фазным ротором типа ФАМСО. При мощности насосных агрегатов более 1000 – 1400 кВт выбирают синхронные двигатели.

Насосные агрегаты типов ЦТВ и НА оборудуются асинхронными короткозамкнутыми вертикальными электродвигателями серий АВ, АОВ, АПВ. На насосах типа ЭЦ преимущественно используют водозаполненные серии МАП-3 и ПЭДВ.

Для подключения и пуска в работу в приводе низковольтных двигателей насосов применяют магнитные пускатели типов П, ПМ, ПМВ, а для высоковольтных электродвигателей – распределительные, нормального исполнения, типов, ВЯП-6, ЯК-16, ЯКМ-16, КРШ, КРУН-6, РВД-6, КРУВ-6, УРВМ-43, выкатного и стационарного типов и т. д. После выбора типа и мощности электродвигателя выбирается комплект пусковой и защитной аппаратуры.

На принятое элекрооборудование из справочной литературы приводится техническая характеристика в табличной форме, включающая в себя:

- тип электродвигателя и пусковой аппаратуры;
- мощность;
- к.п.д.;

- частоту вращения;
- cos φ;
- стоимость.

С учетом выбранного и принятого оборудования составляется принципиальная электрическая схема насосной станции карьера, шахты и т. д.

1.11. Автоматизация водоотливных установок

После выбора типа электродвигателя принимается пусковая и защитная аппаратура с обоснованием выбора схемы автоматизации и краткого описания принципа работы автоматизированной установки.

Автоматическое управление работой водоотливных установок должно удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Обеспечение слежения за уровнем воды в водосборнике.
2. Обеспечение заливки насоса перед его пуском.
3. Обеспечение автоматического пуска и остановки в зависимости от уровня воды в приемном колодце или водосборнике.
4. Обеспечение контроля за подачей, напором, нагревом подшипников и загрузкой двигателя.
5. Обеспечение автоматического включения в работу резервного насоса в случае неисправности рабочего или резкого увеличения притока воды.
6. Автоматизированная водоотливная установка должна быть обеспечена ручным управлением на случай выхода из строя автоматики, а также для целей опробования и наладки.

1.12. Обоснование объема водосборника и насосной камеры

Общие сведения о насосной камере и водосборнике

Шахтные водоотливные установки включают водосборник и насосную камеру, соединенную ходками с околоствольным двором и шахтным стволом.

Карьерные водоотливные установки при открытом способе дренажа размещаются на самой низкой отметке карьера для эффективного сбора и откачивания всех поступающих вод.

Шахтные водосборники предназначены для сбора воды, поступающей из горных выработок, а карьерные – для сбора естественного водопритока и атмосферных осадков.

Водосборник и насосная камера главной водоотливной установки, как правило, располагаются в околоствольных выработках рудного двора на свежей струе у клетьевого ствола.

Насосные камеры обычно примыкают к камере центральной подземной электроподстанции горизонта и независимо от ее расположения камера должна иметь два выхода. Один, наклонный, выходит в выработку околоствольного двора и снабжается герметическими и решетчатыми дверями. В шахтах с большим притоком в этом ходке сооружается водонепроницаемая перемычка с герметичной дверью. Второй, наклонный ходок, проходит к стволу под углом $20 – 30^0$ и в месте сопряжения с ним он заканчивается горизонтальной площадкой на высоте 7 м от головки рельса рудного двора [2, 5].

Размеры обоих ходков должны быть рассчитаны на прокладку нагнетательных трубопроводов, электрокабелей и возможности выдачи через него в ствол оборудования из насосной станции, для чего в нем монтируется рельсовый путь и устанавливается лебедка, а для передвижения обслуживающего персонала – лестницы.

Размеры насосной камеры определяются габаритами насосных агрегатов, их количеством, размещением и применяемыми грузоподъемными средствами. Наибольшее распространение для шахтных водоотливных установок получили насосные камеры с продольным расположением насосных агрегатов, а карьерные – поперечное расположение, по причине ограниченности площади дна карьера и крупных габаритных размеров карьерных экскаваторов, буровых станков и транспортной техники. В соответствии с требованиями ПБ [1, 2, 5] насосные камеры шахтного и карьерного водоотливов оборудуются грузоподъемными механизмами (кран-балка, тельфер) для выполнения монтажно-демонтажных и ремонтных работ электромеханического оборудования водоотливных установок.

Определение основных размеров насосных камер

Длину насосной камеры L определим по уравнению:

$$L = n_н \cdot l_ф + (n_н - 1) \cdot B + l_1 + l_2 + l_3, \qquad (1.27)$$

где $n_н$ – число насосов в камере; $l_ф$ – длина фундамента, м; $B = 0{,}8 – 1{,}5$ – расстояние между фундаментами, м; $l_1 = 2{,}0 – 8{,}5$ – расстояние между стеной и фундаментом со стороны выхода трубопровода в ствол шахты, м; $l_2 = 7{,}5$ – расстояние между стеной и фундаментом для ремонта насо-

сных агрегатов, м; $l_3 = 8 – 10$ – расстояние в камере для установки дренажных насосов, м.

Длина фундамента, м

$$l_ф = l_н + l_{дв} + 2l_п, \quad (1.28)$$

где $l_н$ – длина рамы насоса, м; $l_{дв}$ – длина двигателя, м; $l_п = 0{,}2$ – длина припуска на одну сторону фундамента, м.

Ширина насосной камеры B, м

$$B = b_1 + b_2 + b_3, \quad (1.29)$$

где b_1 – ширина фундамента насоса, м; $b_2 = b_3 – 1{,}0 – 3{,}0$ – расстояние между стенкой камеры и насосом, м.

Высота насосной камеры H, м

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (1.30)$$

где $h_1 = 0{,}2$ – высота фундамента, м; h_2 – высота насоса, м; h_3 – расстояние от верхней точки насоса до зева крюка грузоподъемного механизма, м; h_4 – расстояние от зева крюка грузоподъемного механизма до перекрытия камеры, м.

Обоснование объемов карьерного и шахтного водосборников

Для сбора воды перед поступлением к насосам устраивают водосборники емкостью не менее четырехчасового притока при подземном и поверхностном водоотливах. Следовательно, объем водосборника составит, м^3

$$4 \cdot Q_{норм} = V_{в.сб.} L \cdot B \cdot H, \quad (1.31)$$

где – L – длина водосборника, м; B – ширина, м; H – высота, м; $Q_{норм}$ – нормальный водоприток в карьер или шахту, м^3/ч.

Длина водосборника определяется по выражению, м

$$L = V_{в.сб.} / S, \quad (1.32)$$

где S – площадь поперечного сечения выработки водосборника, м^3.

Сечение выработки под водосборник принимается равным типовому сечению однопутевого штрека, а при ёмкости водосборника более 1500 м^3 – двухпутевого.

При подземном водоотливе на шахте устраиваются два водосборника.

Атмосферные воды, выпадающие непосредственно в карьер, поступают во временные водосборники (отстойники), обустраиваемые вслед

за перемещением забоев очистных работ. В одной их половине происходит предварительное осветление воды от частиц породы, а в другой – сбор чистой воды и забор ее насосами.

В зависимости от протяженности карьера и его конфигурации в плане проходят один или несколько водосборников (отстойников) и в них вода направляется со всего карьера по специальным канавкам.

Зная объем водосборника $V_{\text{в.сб.}}$ и варьируя ширину, длину и глубину водосборника по месту устройства, определяют их количественные значения.

1.13. Расчет расхода и стоимости электроэнергии

Определяем годовой расход электроэнергии на карьерный и шахтный водоотлив по формуле

$$W = \frac{1{,}05\rho g}{3600 1000 \eta_{\text{Д}} \eta_{\text{С}}} \left(\frac{Q_{\text{н}} H_{\text{он}}}{\eta_{\text{он}}} Z_{\min} + \frac{Q_{\max} H_{\text{ом}}}{\eta_{\text{ом}}} Z_{\max} \right) \qquad (1.33)$$

где $\eta_{\text{с}} = 0{,}95$ – к.п.д. электросети; $\eta_{\text{д}}$ – к.п.д. электродвигателя принимается из технической характеристики; $Q_{\text{н}}$, $Q_{\text{мах}}$ – соответственно нормальный и максимальный суточные водопритоки, м^3/сут; $H_{\text{он}}$, $\eta_{\text{он}}$ – ожидаемый номинальный напор, м, и к.п.д. насоса при откачивании нормального водопритока; $H_{\text{ом}}$, $\eta_{\text{ом}}$ – ожидаемый максимальный напор, м, и к.п.д. насоса при откачивании максимального водопритока; $Z_{\min}$, $Z_{\max}$ – количество дней в году соответственно с нормальным и максимальным водопритоком.

1.14. Расчет затрат на электроэнергию

Определяем стоимость электроэнергии на водоотлив, руб:

$$C_{\text{ээ}} = C_{\text{уд}} \cdot W,$$

где $C_{\text{уд.}}$ – удельная стоимость 1 кВт·ч., руб.

Удельный расход электроэнергии, отнесенный к единице объема откачиваемой жидкости, определяется по формуле, кВт·ч/м^3:

$$\omega_{\text{уд}} = \frac{W}{Q_{\text{н}} \cdot Z_{\min} + Q_{\max} \cdot Z_{\max}} . \qquad (1.34)$$

Полезный расход электроэнергии, отнесенный к единице объема откачиваемой жидкости, определяется по формуле, кВт·ч/м^3:

$$\omega_{пол} = \frac{\rho \cdot g \cdot H_{нд}}{3600 \cdot 1000} \ . \qquad (1.35)$$

КПД водоотливной установки определяется по формуле:

$$\eta_{ну} = \frac{\omega_{пол}}{\omega_{уд}}. \qquad (1.36)$$

1.15 Решение вопросов техники безопасности и экологии при водоотливе

Все прорабатываемые вопросы при проектировании карьерного и шахтного водоотливов обосновываются согласно требованиями ПБ [1] с указанием ссылки на определенный пункт.

Решение вопроса экологии рассматривается с точки зрения очистки и осветления откачиваемых вод в отстойниках на поверхности (в районе горного отвода) до требований санитарно-технических норм.

2. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА И ВЫБОРА ВЕНТИЛЯТОРА ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

2.1. Исходные данные для проектирования

Исходные данные:
- род полезного ископаемого;
- категория рудника, шахты по газу и пыли.

$A_г$ – годовая производительность шахты, млн т/год;
$H_ш$ – глубина шахты, м;
$T_{сл}$ – срок службы шахты, лет;
$Q_{возд}$ – количество воздуха, необходимое для проветривания шахты, м^3/с;
P_{min} – минимальная депрессия рудника, шахты, Па;
P_{max} – максимальная депрессия рудника, шахты, Па.

Для перевода внесистемных единиц в единицы системы СИ используются следующие соотношения: 1 Па = 0,102 мм вод.ст.; 1 кгс/м^2 = 9,81 Па; 1 мин’ = 60 об/мин.

2.2. Выбор вентилятора главного проветривания и определение его режимных параметров

Выбор и описание схемы проветривания рудника, шахты

Схема вентиляции рудника, шахты (всасывающая, нагнетательная, нагнетательно-всасывающая) принимается в зависимости от типа рудника, шахты: рудная, угольная, соляная, а также условий залегания и отработки месторождения.

Для заданных условий приводятся описание схемы проветривания и ее преимущества и недостатки перед другими схемами проветривания.

Выбор типа вентилятора

Производительность вентилятора главного проветривания по выражению, м^3/с [6],

$$Q_в = 1{,}2 \cdot k_{ут} \cdot Q_{возд} \qquad (2.1)$$

где $Q_{возд}$ – расход воздуха на проветривание рудника, шахты, м^3/с; $k_{ут}$ = 1,1-1,3 – коэффициент, учитывающий утечки воздуха через надшахтные сооружения и каналы вентилятора.

При выборе вентиляторов главного проветривания (ВГП) необходимо руководствоваться рекомендациями технической литературы [6, 7, 8], что при депрессии рудника, шахты менее 300 кгс/м^2 могут применяться осевые вентиляторы, а при депрессии свыше следует использовать только центробежные вентиляторы для главного проветривания. При депрессии 150 – 300 кгс/м^2 могут использоваться как осевые, так и центробежные вентиляторы.

На основании исходных данных о потреблении расхода воздуха на проветривание рудника, шахты и депрессии рудника, шахты по графикам зон промышленного использования шахтных вентиляторов [4, 7] (рис. 2.1), производится выбор типа вентилятора главного проветривания. Для этого из точки на оси абсцисс с координатой $Q_{\text{возд}}$ и из точек с координатами $P_{\min}$, $P_{\max}$ на оси ординат восстанавливаются перпендикуляры, точки пересечения которых попадают в область промышленного использования осевых или центробежных вентиляторов (см. рис. 2.1) с координатами ($Q_{\text{возд}}$, $P_{\min}$) и ($Q_{\text{возд}}$, $P_{\max}$).

Для проветривания шахты принимается вентилятор, в зону промышленного использования которого (область экономичных режимов работы) вписываются все расчетные режимы работы. Выбранный вентилятор будет экономично работать в течение всего срока его службы. Он должен иметь резерв для увеличения в случае необходимости значений $Q_{\text{возд}}$ и $P_{\text{возд}}$.

В течение срока эксплуатации вентилятора допускается однократное изменение частоты вращения его рабочего колеса путем замены двигателя.

Если ни один из выпускаемых вентиляторов не может обеспечить требуемых режимов вентиляции, то возникает необходимость использования нескольких вентиляторов при их совместной работе. В случае работы вентиляторов в расчетных режимах проверки устойчивости их совместной работы не требуется. Такая проверка требуется при существенном изменении режимов работы параллельно включенных вентиляторов.

На рудных шахтах при массовых взрывах для усиления вентиляции может потребоваться установка дополнительного вентилятора. Оба вентилятора соединяют параллельно. Дополнительный вентилятор включается лишь на время вентиляции шахты после массового взрыва ВВ. В таких случаях необходимо проверять целесообразность совместной работы основного и дополнительного вентиляторов, так как при весьма большой мощности последнего может оказаться целесообразным применение одного мощного вентилятора. При совместной работе несколь-

ких вентиляторов предпочтение должно отдаваться центробежным вентиляторам, обеспечивающим большую устойчивость их совместной работы по сравнению с осевыми.

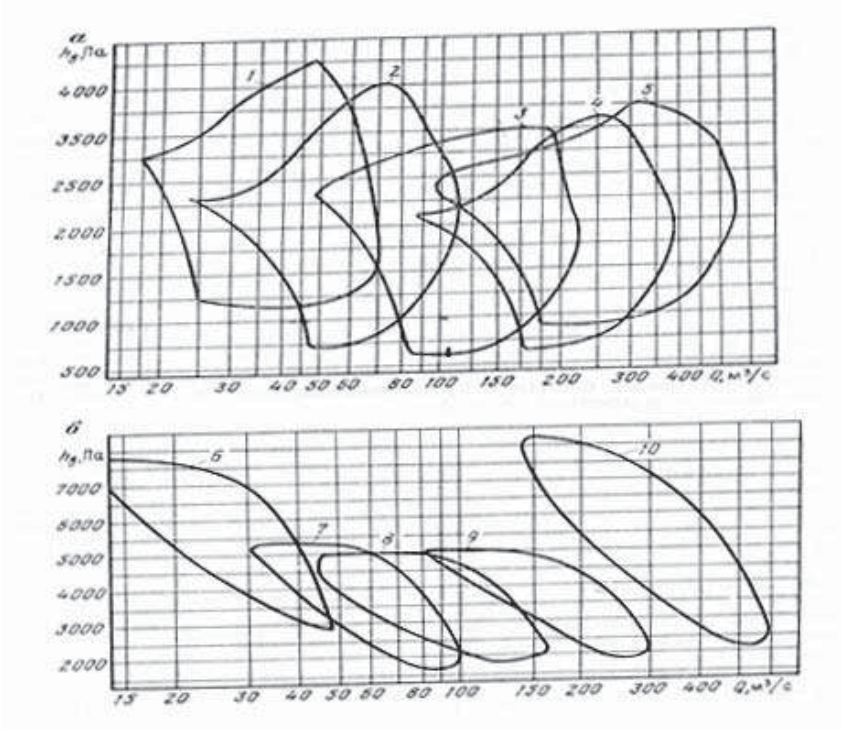


Рис. 2.1. График зон промышленного использования осевых (***а***) и центробежных (***б***) вентиляторов главного проветривания:
1, ***2***, ***3***, ***4***, ***5*** – соответственно для осевых вентиляторов ВО-16, ВО-21, ВО-30, ВО-40, ВО-50; ***6***, ***7***, ***8***, ***9***, ***10*** – для центробежных вентиляторов ВЦ-15 ВЦ-25М, ВЦ-31,5М, ВЦД-31,5М ВЦД-47,5У

Если параметры проветривания (точки с координатами $Q_{\text{возд}}$, $P_{\min}$ и $Q_{\text{возд}}$, $P_{\max}$) могут быть обеспечены одним или несколькими однотипными вентиляторами, то предпочтение следует отдавать вентилятору, имеющему:

- более высокий средневзвешенный статический к.п.д. в области промышленного использования;

- меньшую массу и габаритные размеры, а следовательно, меньшую стоимость вентилятора;

- большую частоту вращения и, следовательно, меньший по массе, габаритным размерам и стоимости электродвигатель;

- меньший маховый момент ротора, следовательно, более легкий пуск вентилятора.

Обычно при проектировании вентиляторной установки главного проветривания окончательный выбор типоразмера вентилятора и вспомогательного оборудования должен производиться на основании технико-экономического сравнения вариантов, обеспечивающих расчетные вентиляционные параметры.

Экономическая оценка возможных вариантов производится по приведенным затратам в расчете на одинаковый отрезок времени (обычно один год). Кроме экономической оценки должны учитываться такие технические факторы, как возможность и удобство размещения вентиляторной установки на поверхности шахты, надежность работы, громкость шума, создаваемого вентилятором, регулировочные качества и другие, которые в ряде случаев являются решающими.

С учетом рассмотренных рекомендаций производится выбор типа вентилятора. Для выбранного типа вентилятора приводятся индивидуальная аэродинамическая характеристика и техническая характеристика, где обязательно должен указываться срок службы ($T_{сл}$) вентилятора главного проветривания.

2.3. Расчет и построение характеристик вентиляционной сети в начале и конце эксплуатации рудника, шахты

Вентиляционной сетью вентиляторов главного проветривания являются горные выработки.

Выбор ВГП производится по графикам их аэродинамических характеристик [4, 7, 8].

Ориентируясь на полученную величину $Q_в$ по формуле (2.1) предварительно выбирают 2-3 вентилятора [4, 6, 7, 8] и наносят на графики их аэродинамических характеристик, характеристики шахтных вентиляционных сетей, соответствующих значениям $P_{ш.мин}$, $P_{ш.мах}$ (рис. 2.2).

Построение характеристик вентиляционной сети шахты, рудника, произведем по уравнениям соответствующим минимальной и максимальной депрессии, задаваясь значениями Q от 0 до 1,5 $Q_{возд}$:

$$P_{\text{ш.мин}} = R_{\text{ш.мин}} \cdot Q^2_{\text{возд}}, \quad P_{\text{ш.мах}} = R_{\text{ш.max}} \cdot Q^2_{\text{возд}}, \qquad (2.2)$$

где $R_{\text{ш.мин}}$, $R_{\text{ш.мах}}$.– аэродинамические сопротивления шахтной вентиляционной сети, соответственно для начального и конечного периодов эксплуатации ВГП.

Значения $R_{\text{ш.min}}$, $R_{\text{ш.max}}$ определяются по выражениям:

$$R_{\text{ш.мин}} = \frac{P_{\text{ш.мин}}}{Q^2_{\text{возд}}}; \quad R_{\text{ш.мах}} = \frac{P_{\text{ш.мах}}}{Q^2_{\text{возд}}}; \qquad (2.3)$$

Расчет характеристик вентиляционной сети рудника, шахты в начале и конце эксплуатации рекомендуется вести задаваясь значениями $Q = 0$ до $Q = 1{,}5Q$. Результаты расчета записываем в таблицу 2.1

Таблица 2.1

Расчет характеристик вентиляционной сети шахты

Q, м^3/с	0	0,25Q	0,5Q	0,75Q	1,0Q	1,25Q	1,5Q
$P_{\text{ш мин}}$, Па							
$P_{\text{ш мах}}$, Па							

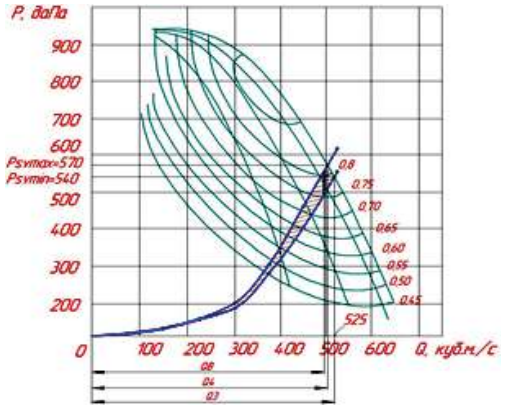


Рис. 2.2. Выбор вентилятора главного проветривания типа ВЦД – 47,5УМ

Наносим графики характеристики вентиляционной сети на аэродинамическую характеристику вентилятора. Выясняем, что точки действительных режимов работы вентилятора на данную сеть лежат в области практического использования вентилятора.

При совмещении указанных характеристик находим точки их пересечений, лежащие правее линии параллельной оси ординат с абсциссой $Q = Q_в$ – точки действительных режимов работы вентилятора на данную сеть.

Вентилятор можно считать выбранным правильно, если эти точки (см. рис. 2.2, точки ***3***, ***4***) лежат в области промышленного использования (рабочей области) вентилятора и при этом Q_3; $Q_4 \geq Q_в$.

Необходимо привести техническую характеристику выбранной вентиляторной установки в табличной форме.

2.4. Электропривод вентилятора, автоматизация и электроснабжение вентиляторной установки главного проветривания шахты

Электропривод вентилятора главного проветривания

Электропривод вентиляторного агрегата главного проветривания включает вентилятор и электродвигатель.

Вентиляторную установку оборудуют двумя вентиляторными агрегатами.

Расчет мощности и выбор типа электродвигателя вентилятора.

Номинальная мощность на валу электродвигателя вентилятора определяется для наиболее трудного периода проветривания, соответствующего максимальной депрессии шахтной вентиляционной сети по формуле, кВт;

$$N_н \geq k_з \cdot \frac{Q_{мах} \cdot P_{мах}}{1000 \cdot \eta_{мах} \cdot \eta_{пр}}, \qquad (2.4)$$

где $k_з$ – коэффициент запаса мощности электродвигателя, равный 1,1–1,2; $Q_{мах}$, $P_{мах}$, $\eta_{мах}$ – производительность, статическое давление и к.п.д. вентилятора соответствующие максимальной депрессии сети (см. рис. 2.2, данные параметры определяются по точке ***4***); $\eta_{пр}$ – к.п.д. приводного электродвигателя.

Выбор электродвигателя вентилятора на весь срок службы рудника, шахты производится из условия, если [6, 7]:

- $N_н \leq 200$ кВт, то обычно принимают низковольтные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором серии АО как наиболее простые и надежные в эксплуатации;

- $N_н \geq 200$ кВт, то обычно принимают высоковольтные синхронные двигатели серий СДВ, СД, СДС и СДН.

В случае, если принят синхронный электродвигатель, то устанавливается электродвигатель с максимальной мощностью на весь срок службы рудника, шахты.

По каталогу принимаем ближайший больший по мощности электродвигатель с учетом частоты вращения вентилятора.

В качестве привода рудничных вентиляторов главного проветривания получили применение трехфазные электродвигатели переменного тока. Обычно при большой мощности на валу вентилятора применяют синхронные двигатели серий СДН, СД и другие, выпускаемые на напряжение 6 кВ, а при малой мощности – асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором серий А, АК, А3, АП. Асинхронные двигатели с фазным ротором серий АК и другие применяют только в тех случаях, когда по условиям пуска применение синхронных и асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором оказывается невозможным, так как наличие реостата в цепи ротора существенно усложняет управление электроприводом.

Мощность электродвигателя должна быть на 10-15 % больше максимальной расчетной мощности на валу вентилятора на случай возможных перегрузок.

В рудничных вентиляторных установках главного проветривания применяют обычно прямой пуск электродвигателей от полного напряжения. При наличии в установке синхронных двигателей получили распространение схемы управления с наглухо подключенным возбуждением.

Автоматизация работы вентиляторной установки

Современные вентиляторные установки главного проветривания оборудованы обычно аппаратурой дистанционного управления и контроля, которая позволяет повысить надежность работы вентиляторных установок, улучшить условия их эксплуатации, сэкономить значительные средства вследствие высвобождения большого числа машинистов. Управление такими установками и контроль за их работой осуществляется из диспетчерского пункта шахты.

Все проектируемые вентиляторные установки главного проветривания следует оборудовать аппаратурой дистанционного управления и контроля типа УКАВ-М (унифицированный комплект атоматизации вентиляторов).

Аппаратура УКАВ-М обеспечивает возможность автоматизированного управления шахтными вентиляторами главного проветривания при соблюдении всех нормативов безопасности и соответствии всем современным эксплуатационным требованиям, предъявляемым к автоматизации системы проветривания. Она предназначена для автоматизации вентиляторных установок, оборудованных одним или двумя реверсивными или нереверсивными осевыми вентиляторами, либо центробежными вентиляторами одностороннего или двухстороннего всасывания, поэтому в данном проекте принимается аппаратура УКАВ-М.

Пусковая и защитная аппаратура, обеспечивающая дистанционный пуск и остановку приводных двигателей, защиту от токов короткого замыкания и перегрузки, нулевую, минимальную и другие защиты, выбирается в зависимости от типа и мощности электродвигателей, принятого способа их пуска и напряжения.

Аппаратура УАШВ обеспечивает дистанционное управление и контроль работы шахтных реверсивных и нереверсивных вентиляторов с низковольтным электроприводом. Промышленностью изготовляется две модификации аппаратуры УАШВ: УАШВ-1 – для управления вентиляторной установкой при расстоянии от нее до диспетчерского пункта до 10 км и УАШВ-2, применяемой при расстоянии до диспетчерского пункта до 2 км.

Аппаратура УАШВ-1 позволяет управлять вентиляторной установкой с пульта диспетчера по четырехпроводной (включая резервную пару проводов) линии связи, а УАШВ-2 по 28-проводной.

В комплект аппаратуры УАШВ-1 входят: аппарат приема команд АПВК, аппарат приема сигналов АПСВ, два аппарата управления вентилятором АВГ и аппарат управления вспомогательными приводами АУВП. В комплект УАШВ-2 входят: два аппарата АВГ, аппарат АУВП и аппарат воспроизведения сигналов АВС. В комплекты обеих модификаций входят по два комплекта аппаратуры контроля температуры АКТ-2.

При низковольтных асинхронных электродвигателях обычно применяются контакторы серий КГ или КТЭ и автоматические воздушные выключатели серий А3100 или А15. При высоковольтных электродвигателях применяют комплексные распределительные устройства (КРУ), представляющие собой шкаф или ячейку, внутри которых размещены все необходимые элементы коммутационной и защитной аппаратуры (для включения и выключения высоковольтных двигателей в КРУ устанавливаются высоковольтные, вакуумные выключатели типа ВВР-10

или др.) Высоковольтные вакуумные выключатели предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока с изолированной нейтралью частоты 50 Гц с номинальным напряжением от 6 до 10 кВ. Вакуумные выключатели устанавливается в шкафах комплектных распределительных устройств (ячейках КРУ и камерах КСО), а также используются для замены маломасляных и электромагнитных выключателей. Как правило, КРУ размещают в главной поверхностной подстанции (ГПП), а при значительном удалении вентиляторной установки от ГПП – в здании установки.

Электроснабжение вентиляторной установки

Передача электроэнергии от ГПП к вентиляторной установке осуществляется обычно по бронированным кабелям марки ААБ (при укладке в траншеях) или ААБГ (при укладке в кабельных каналах). При значительном удалении вентиляторной установки от ГПП передача электроэнергии осуществляется по воздушным линиям.

Для обеспечения надежности и бесперебойной работы вентиляторной установки главного проветривания при проектировании электроснабжения рудника, шахты необходимо предусмотреть резервное питание вентиляторной установки (второй фидер).

Расход электроэнергии на проветривание шахты

Среднегодовой расход электроэнергии на проветривание рудника, шахты ориентировочно определяется по формуле, кВт·ч:

$$W_{\text{г}} = \frac{Q_{\text{ср}} P_{\text{ср}}}{1000 \eta_{\text{ср}} \eta_{\text{дв}} \eta_{\text{п}} \eta_{\text{сети}} \eta_{\text{р}}} t_{\text{сут}} N_{\text{дн}} \quad , (2.5)$$

где $Q_{\text{ср}}$, $P_{\text{ср}}$, $\eta_{\text{ср}}$ – средние значения производительности, статического давления и к.п.д. вентилятора за срок его службы до списания (принимаются по графику аэродинамических характеристик вентилятора, совмещенному с характеристиками вентиляционных сетей, см. рис. 2.2); $\eta_{\text{дв}}$ – к.п.д. двигателя, $\eta_{\text{дв}} = 0{,}94 – 0{,}95$; $\eta_{\text{п}}$ – к.п.д. передачи; $\eta_{\text{сети}}$ – к.п.д. электрической сети, $\eta_{\text{сети}} = 0{,}95 – 0{,}98$; $\eta_{\text{р}}$ – к.п.д. регулирования, $\eta_{\text{р}} = 0{,}8 – 0{,}9$; $t_{\text{сут}}$ – время работы в сутки, $t_{\text{сут}} = 24$ ч; $N_{\text{дн}}$ – количество рабочих дней в году, $N_{\text{дн}} = 365$.

Удельный расход электроэнергии на тонну добычи на проветривание рудника, шахты

$$e = \frac{E}{A_{ш}} \quad . \tag{2.6}$$

Удельный расход воздуха на тонну добычи, т возд/сут:

$$q = \frac{M}{A_{ш}} = \frac{Q\rho_{возд}3600t_{сут}N_{дн}10^{-3}}{A_{ш}} \quad , \tag{2.7}$$

где М – масса воздуха, подаваемого вентилятором, т/год; $\rho_{возд}$ – плотность воздуха, $\rho_{возд}$ =1,2 кг/м^3.

2.5. Техника безопасности при эксплуатации вентиляторной установки

В данной части расчета и выбора вентиляторной установки необходимо перечислить требования ПБ [1] и требования техники безопасности при проветривании рудника, шахты.

3. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА ПНЕВМОСНАБЖЕНИЯ ШАХТЫ

Исходные данные

$A_г$ – годовая производительность шахты, млн т/год;
$H_ш$ – глубина шахты (рудника), м;
$T_{сл}$ – срок службы шахты, $T_{сл}$ = 20-25 лет;
n – количество и тип потребителей сжатого воздуха.

3.1. Определение расчетной производительности рудничной пневматической установки

Рудничная пневматическая установка представляет сложный комплекс энергомеханического оборудования, предназначенного для получения сжатого воздуха и подачи его под заданным давлением к различным потребителям на горных производствах (см. рис. 6.1, I часть).

3.2. Расчетная схема рудничной пневматической установки

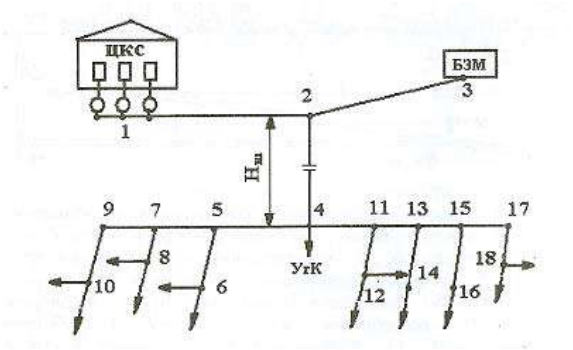


Рис. 3.1. Расчетная схема рудничной пневматической установки:
ЦКС – центральная компрессорная станция; ***БЗМ*** – буро-заправочная и ремонтная мастерские; $\boldsymbol{H_ш}$ – глубина шахты, м; ***УгК*** – углубочный комплекс; ***1***, ***2***,..., ***18*** – узлы присоединения пневмосети

Расчетная схема (рис. 3.1) рудничной пневматической установки принимается и составляется по данным задания с условными обозначе-

ниями согласно ГОСТ (ЕСКД), типа и количества воздухопотребителей (табл. 3.1) в каждом узле пневмосети, запорно-регулирующей арматуры и вспомогательного оборудования, а так же с указанием всех номеров узлов пневмосети от ЦКС до всех пневмопотребителей, длин магистральных и участковых воздухопроводов [4].

Внешняя пневматическая сеть, соединяющая компрессорную станцию с потребителями сжатого воздуха должна иметь минимальное количество колен и изгибов, выполненных без глухих отводов и застойных зон (рис. 3.1).

3.3. Расчет расхода сжатого воздуха по шахте

Определение расхода сжатого воздуха по руднику (шахте) выполняется с учетом коэффициентов одновременности работы и износа пневмопотребителей, а также потерь сжатого воздуха в пневмосети.

Расчетный суммарный расход сжатого воздуха однотипными потребителями $Q_{\text{п}}$ определяется по выражению, м^3/мин

$$Q_{\text{п}} = \sum_{i-1}^{z} n_i \cdot q_i \cdot k_{из} \cdot k_0, \qquad (3.1)$$

где z – количество групп однотипных потребителей сжатого воздуха; n_i – количество однотипных машин, работающих на сжатом воздухе (см. рис. 3.1); q_i – номинальный расход сжатого воздуха i-м однотипным потребителем, м^3/мин; k_0 – коэффициент одновременности работы группы однотипных потребителей.

Таблица 3.1

Расход сжатого воздуха по руднику, шахте

Номер	Наименование потребителей сжатого воздуха,	Тип воздухоприемника	Количество однотипных машин, шт.	Расход воздуха одной машиной, м^3/мин	Рабочее давление, бар	Коэффициенты		Расход сжатого воздуха однотипными попотребителями, $Q_{\text{п}}$
						износа	одновременности работы	
1	2		4	5	6	7	8	9
…	….	.	….	….	….	…	…	…..
Всего:								

Расчет расхода воздуха пневмопотребителями $Q_{п}$ по i – м участкам и по всему руднику (шахте) рекомендуется вести по форме табл. 3.1.

Если машина имеет несколько приводных двигателей, то номинальный расход воздуха представляет собой сумму расхода воздуха всеми установленными двигателями.

3.4. Расчетная производительность компрессорной станции с учетом потерь сжатого воздуха

Расчетная производительность компрессорной станции составит

$$Q_{ркс} = Q_{п} + Q_{ут}, \tag{3.2}$$

где $Q_{п}$ – расход сжатого воздуха пневмопотребителями по руднику (шахте), м^3/мин; $\Delta Q_{ут}$ – расход сжатого воздуха на утечки в пневматической сети, м^3/мин.

Потери сжатого воздуха из-за утечек в пневматической сети определяются по выражению

$$\Delta Q_{ут} = a\sum l_i + b\sum m_i, \tag{3.3}$$

где a – величина удельных потерь воздуха, отнесенная к единице длины воздухопроводов, a = 0,003 – 0,005 (м^3/мин)/м; $\sum l_i$ – суммарная протяженность воздухопровода до наиболее удаленного потребителя, м; b – нормативные утечки сжатого воздуха в узлах присоединения пневмопотребителей к пневматической сети, b = 0,4 м^3/мин; m_i – количество узлов присоединения (см. рис. 6.1, I часть, рис. 3.1), шт.

Для выбора типа компрессоров, кроме расчетной производительности $Q_{ркс}$ компрессорной станции, необходимо знать избыточное (конечное) давление сжатого воздуха $P_{ркс}$ на выходе из компрессорной станции.

3.5. Определение расчетного избыточного давления сжатого воздуха на выходе из компрессорной станции

Необходимое избыточное давление сжатого воздуха на выходе из компрессорной станции определяется рабочим давлением пневмопотребителей с учетом потерь давления до наиболее удаленного потребителя в соответствии со схемой воздухопроводной сети по формуле, МПа,

$$P_{к} = \frac{P_{\min}}{1-\lambda_{ут}}, \quad (3.4)$$

где $P_{\min}$ – рабочее давление сжатого воздуха у самого отдаленного потребителя (см. приложение), $P_{\min}$= 0,5 МПа; $\lambda_{ут}$ – относительная потеря давления сжатого воздуха при движении к самому отдаленному потребителю

$$\lambda_{ут} = 10^{-5}\,\lambda_0 \sum l_i \quad (3.5)$$

λ_0 – относительная удельная потеря давления в пневматической сети, %/1 км;

$$\lambda_0 = \frac{Q_{ут}}{Q_{п}} \cdot 100\% \quad ; (3.6)$$

$\sum l_i$ – максимальная длина воздухопроводной сети до самого удаленного потребителя (см. рис. 6.1, I часть, рис. 3.1) компрессорной станции определяется как, м,

$$\sum l_i = l_{(i-1)-i} + \ldots + l_{1-2}\,, \quad (3.7)$$

где $l_{(i\text{-}1)\text{-}i}$, $l_{1\text{-}2}$ – длина i-х участков воздухопроводной сети, м.

Конечное давление $P_{к}$ на самом удаленном участке т. 17 – 18 (см. рис. 6.1, I часть) принимается равным давлению сжатого воздуха потребителя по его технической характеристике (см. табл. 3.1), т.е. $P_{к}$ – 5 – 6 атм (0,5-0,6 МПа).

Начальное давление $P_{н}$ на участке 17 – 18 равно

$$P_{н(17\text{-}18)} = P_{к} + \Delta P_{уч(17\text{-}18)} \quad , (3.8)$$

где $P_{к}$ – максимальное давление сжатого воздуха, на котором работает один из конечных потребителей; $\Delta P_{уч(17\text{-}18)}$ – потери давления на участке 17 – 18.

В свою очередь, начальное давление $P_{н}$ участка 17 – 18 является конечным давлением $P_{К}$ (15 – 17) участка 15 – 17.

Следовательно, начальное давление для остальных точек

$$P_{н\,i} = P_{к\,i} + \Delta P_{уч\,i}. \quad (3.9)$$

Потери давления $\Delta P_{уч\,i}$ на i – м участке определяются по выражению

$$\Delta P_{уч\,i} = \Delta P_{уд} \cdot l_{pi}\,, \quad (3.10)$$

где $\Delta P_{уд}$ – удельные потери давления сжатого воздуха; l_{pi} -длина i – го участка воздухопроводной сети, м.

Установлено и рекомендуется принимать в расчетах, что максимальные потери давления сжатого воздуха от компрессорной станции до самого удаленного участка не должны превышать $\Delta P_{max} = 1{,}5 - 2$ атм [1, 4]. Тогда удельные потери давления сжатого воздуха на 1 км длины воздухопроводной сети можно определить по формуле

$$\Delta P_{уд} = \frac{\Delta P_{max}}{L_р}, \quad \text{ат/м(Па/м)} \tag{3.11}$$

где ΔP_{max} – максимальные потери давления сжатого воздуха до самого удаленного участка; $L_р$ – расчетная длина воздухопроводной сети от компрессорной станции до самого удаленного пневмоприемника, м (см. рис. 3.1, т. 18).

$$L_р = (1{,}10 - 1{,}15)\, L\,, \tag{3.12}$$

где L – действительная длина прямолинейных участков воздухопроводной сети до самого удаленного пневмопотребителя, м.

$$L = l_{17-18} + l_{15-17} + l_{13-15} + l_{11-13} + l_{4-11} + l_{2-4} + l_{1-2} \tag{3.13}$$

Значение коэффициента (1,10 – 1,15) в формуле для определения $L_р$ учитывают потери давления в местных сопротивлениях воздухопроводной сети (изгибы, колена, запорно-регулирующая арматура и др.), эквивалентные прямолинейной длине трубопровода.

Установлено, что местные сопротивления дают 10 – 15 % приращение прямолинейной (первоначальной) длины трубопровода. Опытом проектирования и эксплуатации пневматических сетей установлено и рекомендуется принимать при проектировании количественные значения удельных потерь давления на 1-м км длины воздуховода равными:

$$\Delta P_{уд} = 0{,}3 - 0{,}6 \ \text{атм/км(Па/км)};$$

$$\Delta P_{уд} = (0{,}03 - 0{,}06), \ (\text{МН/м}^2)/\text{к}/\ ;$$

$$\Delta P_{уд} = (0{,}0002 - 0{,}0004) \ \text{бар/м}.$$

Среднее давление $P_{ср}$ на участке или по всей воздухопроводной сети определяется по формулам

$$P_{ср} = \frac{P_к + P_н}{2} \quad \text{или} \quad P_{ср} = p_п + \frac{1}{2}\Delta P_{max}\,, \tag{3.14}$$

где $P_п$ – максимальное рабочее давление у пневмопотребителей сжатого воздуха.

По избыточному (конечному) давлению сжатого воздуха $P_{ркс}$ на выходе из компрессорной станции и расчетной производительности $Q_{ркс}$ компрессорной станции выбираются тип и количество компрессоров [4, 14].

3.6. Выбор типа и числа компрессоров

Вопрос о выборе типа и количества компрессоров крупных станций (станций большой производительности) решается путем технико-экономических сравнений.

Ориентировочно можно считать, что компрессорные станции производительностью менее 500 м^3/мин оборудуются поршневыми компрессорами (имеющими более высокий к.п.д. и меньший расход электроэнергии), а при производительности 500 м^3/мин и более – турбокомпрессорами.

Специальными исследованиями установлено, что при расчетной производительности компрессорной станции в пределах:

- менее 200 м^3/мин наиболее целесообразны однотипные поршневые компрессоры горизонтального или прямоугольного типа с номинальной подачей от 10 до 50 м^3/мин;
- 200-500 м^3/мин следует применять горизонтальные компрессоры 4М10-100/8 с номинальной подачей 100 м^3/мин;
- 500-1000 м^3/мин целесообразны центробежные компрессоры ЦК-115/9 и К-250-61-2 с подачей соответственно 115 и 250 м^3/мин;
- более 1000 м^3/мин следует ориентироваться на центробежные компрессоры К-500-61-1 с номинальной подачей воздуха 500 м^3/мин.

Представление об области применения различных типов компрессоров дает график, приведенный на рис. 3.2 [9].

Турбокомпрессоры рекомендуется принимать с некоторым числом поршневых компрессоров (до 25 % от суммарной производительности), используемых для регулирования расхода сжатого воздуха в междусменные периоды, а так же для подачи в пневмосеть некоторого количества масла с целью предотвращения коррозии трубопроводов.

Резерв компрессоров принимается из условия [4]:

- если в качестве рабочих выбраны поршневые компрессоры, то при их количестве от 1 до 3 – в резерве достаточно иметь один однотипный с рабочим компрессор;
- при количестве рабочих поршневых компрессоров 4 – 6 и выше – устанавливают два резервных компрессора;

- если в качестве рабочих выбраны центробежные компрессоры, то при их количестве 1 – 2 – в резерве достаточно иметь один однотипный компрессор;

- при количестве рабочих центробежных компрессоров три и более – устанавливают два резервных компрессора.

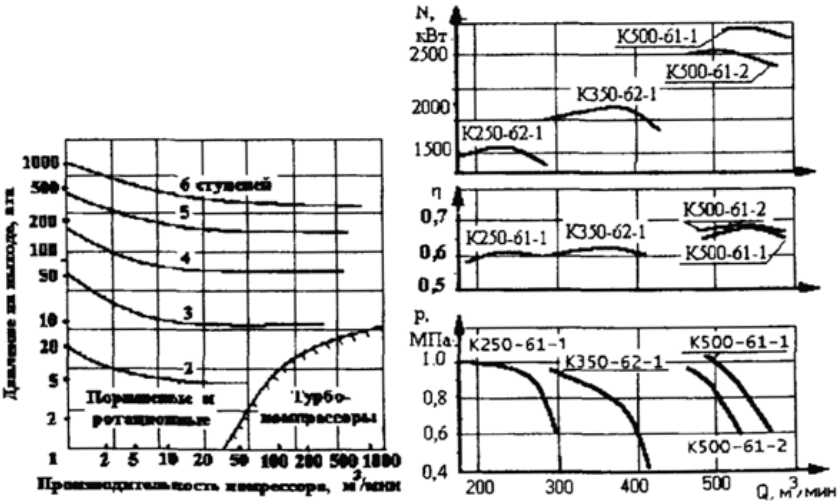


Рис. 3.2. Области промышленного применения компрессоров

Для выбранных типов компрессоров приводится техническая характеристика с обязательным указанием основных технических данных [4].

3.7. Расчет внешней рудничной пневмосети

Рудничная пневмосеть (см. рис. 3.1) – это всасывающий и нагнетательный трубопроводы пневматической установки рудника (шахты).

Обоснование длины и диаметра всасывающего трубопровода пневмосети

Длина всасывающего трубопровода должна выбираться таким образом, чтобы потери давления Δh_i в нем не превышали допустимых пределов Δh_i = 30 – 50 мм вод.ст [1, 4].

Диаметр всасывающего трубопровода определяется по формуле

$$d = 0{,}006 \cdot \sqrt[5]{\frac{l_{экв} \cdot V^2}{\Delta h_i}} \ . \qquad (3.15)$$

Расчет нагнетательного трубопровода пневмосети

Расчет нагнетательного трубопровода (внешней пневмосети) сводится к определению его диаметра по расходу сжатого воздуха и принятым потерям давления в пневмосети [4, 9].

Диаметр трубопровода *Di* (мм) *i*-го участка по всей пневматической сети (при предварительно выбранной средней скорости движения сжатого воздуха v_c = 4 – 8 м/с) определяется по формуле

$$D_{i-j} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{i-j}}{60 \cdot \pi \cdot v_c}} \qquad (3.16)$$

или по эмпирической формуле

$$D_i = 20\sqrt{V_{i-j}} \ , \qquad (3.17)$$

где V_i – расход воздуха на участке пневматической сети между пунктами ветвления *i* и *j*, м^3/мин.

Расчет диаметров *i*-го участка нагнетательного трубопровода пневмосети ведем по форме табл. 3.2.

Таблица 3.2

Данные расчета воздухопроводной сети

Номер участка сети	Расход воздуха, Q, м^3/мин	Заданная длина трубопровода, L, м	Расчетная длина трубопровода, $l_р$, м	Расчетные удельные потери давления $\Delta P_{уд} = \frac{\Delta P_{max}}{L_p}$, $\frac{ат}{м}\left(\frac{Па}{м}\right)$	Расчетные потери давления на участке $\Delta P_{уч} = \Delta P_{уд} \cdot l_р$, ат (Па)	Конечное давление на участке $P_к$, (Па)	Начальное давление на участке $P_н = P_к + \Delta P_{уч}$, (Па)	Расчетный диаметр трубопровода $D_р$, мм	Принятый стандартный фактический диаметр трубопровода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

3.8. Расчет и выбор вспомогательного оборудования пневматической установки

Расчет и выбор воздушных фильтров

Для очистки атмосферного воздуха перед поступлением его в цилиндры в начале всасывающего трубопровода устанавливаются фильтры различных конструкций (см. рис. 6.1, 6.7, I часть).

Лобовая площадь фильтра определяется по формуле, м^2

$$F_{ф} = f \cdot V_{мин}, \tag{3.18}$$

где f – удельная лобовая площадь фильтра, м^2/ мин.

Число кассет фильтра для одного компрессора определяется по формуле

$$N_{к} = F_{ф} / f_{к}, \tag{3.19}$$

где $f_{к}$ – лобовая площадь кассеты, м^2.

Рекомендуется принимать один фильтр для всей компрессорной станции, состоящей из двух независимых камер, каждая из которых обеспечивает очистку воздуха в объеме рабочей производительности компрессорной станции.

Общее число установленных в фильтре кассет определяется по формуле

$$\sum N_{к} = 2 \cdot N_{к} \cdot n_{р}\ , \tag{3.20}$$

где $n_{р}$ – число рабочих компрессоров.

Расчет и выбор типа масловлагоотделителя

Внутренний объем масловлагоотделителя (рис. 6.1, 6.9, I часть) определяется по формуле:

- для компрессора простого действия

$$V_{м} = (0{,}06...0{,}13)\sqrt{D^2_{цил} \cdot S \cdot n_{р}}, \tag{3.21}$$

- для компрессора двойного действия

$$V_{м} = (0{,}06...0{,}13)\sqrt{(2D^2_{цил} - d^2_{шт} S \cdot n_{р}}, \tag{3.22}$$

где $D_{цил}$, $d_{шт}$ – соответственно диаметр цилиндров и штоков, м; S – ход поршня, м; $n_{р}$ – частота вращения вала компрессора, об/мин.

Расчет и выбор воздухосборника

Объем воздухосборника выбирается по формуле

$$V_{в} = 1{,}6\sqrt{V_{мин}} \quad , (3.23)$$

где $V_{мин}$ – рабочая производительность компрессорной станции, м³/мин.

Расчет и выбор предохранительного клапана

Наименьшая площадь проходного сечения предохранительного клапана (см. рис. 6.1, I часть) определяется по формуле, см²,

$$f_0 = 60 \cdot \rho_0 \cdot \left(\frac{\pi \cdot a}{P \cdot n_0} \right) \cdot V_{\max} \quad , (3.24)$$

где ρ_0 – плотность воздуха, кг/м³; a – коэффициент пропорциональности; P – абсолютное давление среды, кг/см²; n_0 – частота вращения вала компрессора, об/мин; V_{max} – максимальная подача воздуха в воздухосборник, м³/мин.

Весовой расход воздуха через клапан должен быть равен производительности компрессора.

3.9. Определение основных размеров компрессорной станции и выбор грузоподъемного механизма

Основные размеры компрессорной станции определяются графическим способом. Сущность графического способа определения размеров компрессорной станции состоит в том, что на плане и разрезе здания компрессорной станции в принятом масштабе выполняют расстановку выбранных компрессоров и вспомогательного оборудования с соблюдением габаритных (геометрических) размеров компрессорных агрегатов, вспомогательного оборудования и величин проходов между компрессорами, а также зазоров между компрессорами и стенками компрессорной станции, щитами электроснабжения, ограждениями и т. д. (см. рис. 6.1, I часть).

Высота здания компрессорной станции зависит от высоты устанавливаемого оборудования и принятого типа грузоподъемного механизма. Тип и грузоподъемность подъемного механизма компрессорной станции принимаются по наибольшей массе установленного и подлежащего ремонту оборудования.

При решении этих вопросов рекомендуется использовать техническую литературу.

3.10. Электропривод компрессорного агрегата, электроснабжение и автоматизация компрессорной станции

Электропривод компрессорного агрегата

В качестве привода компрессоров общего назначения используются почти исключительно электрические двигатели переменного тока, асинхронные и синхронные.

Как правило, компрессорные агрегаты большой производительности поставляются на рудники (шахты) комплектно с электродвигателем, аппаратурой пуска и управления, поэтому мощность электродвигателя в таком случае принимается по технической характеристике компрессорного агрегата.

В других случаях мощность электродвигателя компрессорного агрегата определяется по выражению

$$N_{\text{дв}} = \frac{1{,}15 \cdot N_{\text{в}}}{\eta_{\text{дв}}}, \qquad (3.25)$$

где $N_{\text{в}}$ – мощность на валу двигателя; кВт; $\eta_{\text{дв}}$ – к.п.д. двигателя.

Электроснабжение компрессорной установки

Передача электроэнергии от ГПП к компрессорной установке осуществляется обычно по бронированным кабелям марки ААБ (при укладке в траншеях) или ААБГ (при укладке в кабельных каналах). При значительном удалении компрессорной установки от ГПП передача электроэнергии осуществляется по воздушным линиям.

Для обеспечения надежности и бесперебойной работы компрессорной установки при проектировании электроснабжения рудника, шахты необходимо предусмотреть резервное питание (второй фидер) и системы электрических защит, контроля и управления её работой.

Автоматическое управление и регулирование работы компрессорной станции

В данном разделе необходимо обосновать выбор схемы автоматизации и кратко описать принцип работы автоматизированной установки.

При автоматизации компрессорной станции необходимо обеспечить:

1. Автоматический запуск и остановку компрессоров.

2. Очередность регулирования производительности компрессоров, очередность их включения и отключения при изменении расхода воздуха в пневмосети.

3. Включение в цепь управления двигателем блокировочных контактов защиты против:

- чрезмерного повышения температуры воздуха в цилиндрах или холодильнике;
- прекращения подачи смазки;
- чрезмерного нагрева подшипников поршневых компрессоров (крейцкопфных, коренных и т. д.).

Перед отключением компрессора при появлении вышеперечисленных ненормальностей в работе машины должна включаться аварийная сигнализация.

Примеры выполнения схем автоматизации, применяемые приборы и аппаратура описаны в технической литературе.

Расход электроэнергии на производство сжатого воздуха

Расход электроэнергии на производство сжатого воздуха определяется по выражению, кВтч,

$$E_{\text{год}} = 60 \cdot k_{\text{з}} \cdot Q_{\text{кс}} \cdot q_{\text{уд}} \cdot t_{\text{г}}, \qquad (3.26)$$

где $k_{\text{з}}$ – коэффициент загрузки компрессорной станции, $k_{\text{з}} = 0{,}7 - 0{,}8$; $Q_{\text{кс}}$ – производительность компрессорной станции, м^3/мин; $q_{\text{уд}}$ – удельный расход энергии на производство 1 м^3 сжатого воздуха, $q_{\text{уд}} = 0{,}105$ кВт·ч/м^3; $t_{\text{г}}$ – время работы компрессорной станции в течение года, ч.

Расход сжатого воздуха на 1 т добытого полезного ископаемого определяется по выражению, м^3/т,

$$q_{\text{пи}} = \frac{Q_{\text{год}}}{A_{\text{ш}}}, \qquad (3.27)$$

где $Q_{\text{год}}$ – годовое производство сжатого воздуха компрессорной станцией, м^3/год:

$$Q_{\text{год}} = 60 \cdot k_{\text{з}} \cdot Q_{\text{кс}} \cdot t_{\text{г}}; \qquad (3.28)$$

$A_{\text{ш}}$ – годовая производительность шахты по полезному ископаемому, т/год.

3.11. Вопросы техники безопасности при эксплуатации пневматических установок

В данной части расчета и выбора пневматической установки необходимо перечислить требования ПБ [1] и требования техники безопасности при производстве сжатого воздуха на горном производстве.

4. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА ШАХТНОГО ПОДЪЕМА

4.1. Цель и задачи выполнения расчета и выбора рудничных подъемных установок

Подъемная установка является главной магистралью, транспортирующей весь поток полезного ископаемого на дневную поверхность, а также служит для спуска и подъема людей, материалов, леса и т. п. Поэтому вопросы безопасности, надежности и экономичности работы подъема имеют первостепенное значение. Скорости движения подъемных сосудов по величине на сравнительно коротких дистанциях достигают скоростей железнодорожных составов. Следовательно, недостаточное внимание к подъему может привести к катастрофе или остановке работы шахты.

Подъемная установка должна работать не только бесперебойно, но и экономично, т. е. потреблять наименьшее количество электроэнергии. На рудниках зачастую на подъем затрачивается до 40-50 % всей подводимой электроэнергии.

Исходные данные для расчета

Наименование объекта – шахта, рудник

Годовая производительность рудника – $A_г$, т/год

Глубина вертикального ствола – $H_ш$, м

Число подъемных горизонтов – 1

Назначение подъема – подъем руды

Число рабочих дней – N, дней/год

Продолжительность работы подъема – t, ч/сут

Основными частями подъемной установки являются: подъемная машина, привод к ней, подъемные сосуды, канаты, соединяющие подъемные сосуды с органом навивки подъемной машины, копер со шкивами (см. рис. 7.1, 7.2, 7.4, 7.5, I часть).

Подъемные установки можно классифицировать по следующим признакам:

1. Наклону ствола шахты:

а) наклонные;

б) вертикальные.

2. Типу органов навивки канатов:

а) с постоянным радиусом навивки:

- одним цилиндрическим барабаном;
- двумя цилиндрическими барабанами;
- со шкивом трения;

б) с переменным радиусом навивки (для уравновешивания подъемной системы):

- коническими барабанами;
- цилиндроконическими барабанами;
- бицилиндроконическими барабанами;
- биконоцилиндрическими барабанами;
- бобинами.

3. Типу привода:

а) гидропривод;

б) электропривод:

- асинхронный;
- постоянного тока (система – Г-Д и т. п.).

4. Типу подъемных сосудов:

а) бадьевые;

б) клетевые;

в) скиповые;

г) с комбинированными подъемными сосудами.

5. Степени уравновешенности подъемной системы:

а) неуравновешенная (система с цилиндрическими барабанами без подвесного каната);

б) статически уравновешенная (система с равновесным подвесным канатом при наличии цилиндрических барабанов или система с коническими барабанами);

в) динамически уравновешенная (система с тяжелым подвесным канатом, т. е. с канатом, линейный вес которого больше линейного веса головного каната при постоянном радиусе навивки, или система с коническими барабанами с большим углом конусности).

6. Назначению:

а) главный;

б) вспомогательный;

в) грузовой;

г) людской.

Главной частью подъемной машины являются органы навивки.

Органом навивки называют ту часть подъемной, машины (барабаны, шкивы трения, бобины), при помощи которой канат вместе с подъемными сосудами приводится в движение; при этом на барабаны он навивается, а на шкиве трения удерживается силой трения (см. рис. 7.3, I часть).

Значительная и всевозрастающая часть полезных ископаемых в нашей стране добывается подземным способом. Это связано с переходом горных работ на более глубокие горизонты и необходимостью значительного увеличения объема добычи, что сопряжено с увеличением скорости движения грузонесущих органов по стволу, возрастанием их грузоподъемности. Для рационального режима работы подъемной установки важно правильно выбрать тип подъемной машины, а также определить мощность приводного электродвигателя.

Подъемная установка представляет собой сложную электромеханическую систему, которая состоит из инерционных тел (подъемных сосудов, канатов, органов навивки редукторов, электродвигателей и др.), связанных между собой упругими элементами (канатами, валопроводами). Большие движущиеся массы установок, перемещаемые в условиях неустановившегося движения, приводят к возникновению значительных инерционных нагрузок. Эти нагрузки оказывают существенное влияние на производительность установок, величину установленной мощности приводного электродвигателя подъемной машины и выбор запасов прочности элементов подъемных установок.

Анализ динамических процессов подъемных установок в общем случае с учетом упругости элементов, распределения масс канатов по их длине, нелинейностей и рассеяния энергии весьма сложен. Поэтому для решения конкретных практических задач кинематики и динамики прибегают к упрощениям расчетных схем подъемных установок. В частности, при рассмотрении их динамики широко используется представление подъемных установок в виде одномассных систем «подъемный сосуд – канат» без учета упругости звеньев, т. е. последние принимаются абсолютно твердыми телами, не подвергающимися деформациям. Такое допущение может быть принято только при установившемся движении подъемных сосудов, т. е. с постоянной скоростью или с постоянными ускорением и замедлением, когда отсутствуют их колебания. Рассмотрение подъемных установок как одномассных систем позволяет выбирать рациональные режимы подъемных установок и мощность приводного электродвигателя подъемной машины, пользуясь простым математическим аппаратом.

Для анализа переходных процессов подъемные установки приходится рассматривать как многомассные динамические системы с упругими элементами. Ввиду сложности получаемой при этом математической модели подъемной установки, определение нагрузок в звеньях, их скоростей и ускорений осуществляют в последнее время с использованием современной вычислительной техники.

4.2. Выбор типа подъемных сосудов и установление их грузоподъемности

Основным видом подъемных сосудов для выдачи полезного ископаемого являются скипы, имеющие наименьшую массу.

Тип подъемного сосуда всецело определяется значением подъема и рода полезного ископаемого, а грузоподъемность – годовой производительностью шахты, подземного рудника.

Часовая производительность скипового подъема (т/ч) определяется по формуле :

$$Q_{\text{ч}} = \frac{K_{\text{р}} \cdot A_{\text{г}}}{n \cdot T_{\text{сут}}}, \qquad (4.1)$$

где $K_{\text{р}}$ = 1,15 – 1,5 – коэффициент резерва производительности и неравномерности работы подъема; $A_{\text{г}}$ – годовая производительность шахты, рудника, т/г; n=305 число рабочих дней в году; $T_{\text{сут}}$ – число часов работы подъема в сутки, в зависимости от числа смен в шахте, ч.: 14 ч – при двух сменах основного подъема; 18 ч – при двух сменах вспомогательного подъема и трех сменах основного подъема; 20 ч – при реконструкции, подготовке новых горизонтов и т. д.

Грузоподъемность $Q_{\text{г}}$ подъемных сосудов выбирается из условия необходимой производительности:

- для двухсосудного подъема

$$Q_{\text{г}} = \left(\frac{4\sqrt{H_{\text{ш}}} + \theta}{3600}\right) Q_{\text{ч}}, \qquad (4.2)$$

- для однососудного подъема

$$Q_{\text{г}} = \left(\frac{4\sqrt{H_{\text{ш}}} + \theta}{3600}\right) 2Q_{\text{ч}}, \qquad (4.3)$$

где $H_{\text{ш}}$ – глубина шахты (ствола), м; θ – продолжительность паузы между подъемами, зависящая от грузоподъемности, принимаемая в среднем для

одноканатных машин 8-10 с и 20-25 с для многоканатных (см. табл. 7.1, I часть).

Грузоподъемность скипов (т) для вертикального подъема лимитируется максимально допустимой по ПБ [1] скоростью их движения и устанавливается по приближенной формуле:

$$Q_{\text{г}} = \frac{0{,}1H + \theta}{3600} Q_{\text{ч}}, \tag{4.4}$$

где H – вертикальная высота подъема, м.

Полученную величину грузоподъемности $Q_{\text{г}}$ округляют до ближайшего стандартного значения. После чего выписывают из каталога все его технические показатели, а именно: полезную емкость, размеры, грузоподъемность, массу скипа.

4.3. Выбор максимальной скорости подъема

Необходимое число подъемов в час:

$$n_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{Q_{\text{г}}}. \tag{4.5}$$

Продолжительность одного подъема, с:

$$T_{\text{р}} = \frac{3600}{n_{\text{ч}}}. \tag{4.6}$$

Время движения подъемного сосуда, с:

$$T = T_{\text{р}} - \theta, \tag{4.7}$$

где θ – продолжительность загрузки и разгрузки подъемных сосудов, с.

Средняя скорость подъема, м/с:

$$v_{\text{ср}} = \frac{H}{T}, \tag{4.8}$$

где H – вертикальная высота подъема, м;

$$H = H_{\text{ш}} + H_{\text{доп}} \tag{4.9}$$

$H_{\text{доп}}$ – ориентировочная высота разгрузки скипа и углубки под загрузку, м, не более: 45 – для одноканатных скиповых ПУ; 60 – для многоканатных ПУ; 10 – для одноканатных клетевых ПУ; 15 – для многоканатных клетевых ПУ [12].

Ориентировочная максимальная скорость подъема, м/с:

$$v_{max} = \alpha \cdot v_{ср}, \tag{4.10}$$

где α – множитель скорости.

Допускаемая правилами ПБ [1] скорость движения для вертикальных подъемников при подъеме грузов не ограничена, а скорость подъема людей не более 12 м/с.

4.4. Расчет и выбор подъемных канатов

Расчет и выбор канатов при высоте подъема до 600 м

Линейная масса каната (кг/м) определяется по выражению:

$$m_к = \frac{m_г + m_с}{(\frac{\sigma_в}{n\rho_0 g} - H_о)z}, \tag{4.11}$$

где $m_г + m_с = Q_0$ – концевая масса, сумма полезного груза и масса подъемного сосуда, кг; z – число канатов; $\sigma_в$ – временное сопротивление проволок каната разрыву, принимаемое для расчетов 1600-1800 МПа; n – статический запас прочности каната по ПБ [1] должен быть не ниже 9-кратного для людского подъема, 7,5-кратного для грузолюдского подъема, 6,5-кратного для грузового, 8-кратного для людских и грузолюдских подъемников со шкивами трения, 7-кратного для грузовых многоканатных со шкивами трения; ρ_0 – условная плотность каната, принимаемая для круглопрядной конструкции двойной свивки равной 9680 кг/м^3, трехграннопрядных – 9025 кг/м^3 и закрытой конструкции – 8530 кг/м^3; g – сила тяжести, 9,81 м/с^2; $H_о$ – суммарная, вертикальная длина отвеса каната (м), которую можно определить по формуле:

$$H_о = H + l_о, \tag{4.12}$$

где $l_о$ – длина отвеса каната ПУ [12]: 25 м – одноканатной клетевой; 50 м – многоканатной клетевой; 75 м – одноканатной скиповой; 90 м – многоканатной скиповой.

Определив $m_к$, по таблицам ГОСТ 7668-80, ГОСТ 7669-80, ГОСТ 3085-80, ГОСТ 10506-76 выбирают канат с ближайшим большим значением массы 1 м и находят его параметры – диаметр и суммарное разрывное усилие проволок $P_с$. Затем проверяют фактический запас прочности выбранного каната.

Для выбранного каната находят фактический запас прочности:

$$n_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{р}}}{g((m_{\text{г}} + m_{\text{с}}) + m_{\text{к}} H_{\text{о}} z)} \geq n_{\text{ст}}, \tag{4.13}$$

где $Q_{\text{р}}$ – суммарное разрывное усилие выбранного каната.

Запас прочности в канате должен быть не менее указанного в ПБ [1].

Расчет и выбор канатов при высоте подъема более 600 м

Линейная масса каната (кг/м) определяется по выражению:

$$m_{\text{к}} = \frac{m_{\text{г}} + m_{\text{с}}}{\frac{\sigma_{\text{в}}}{n\rho_0 g} z}, \tag{4.14}$$

где n – статический запас прочности каната по ПБ [1] при высоте подъема более 600 м.

Определив $m_{\text{к}}$, по таблицам ГОСТ 7668-80, ГОСТ 7669-80, ГОСТ 3085-80, ГОСТ 10506-76 выбирают канат, который затем проверяют на соответствие двум условиям требований ПБ [1] (без учета массы головного каната и с её учетом):

$$n_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{р}}}{g(m_{\text{г}} + m_{\text{с}})} \geq n_{\text{ст}}; \tag{4.15}$$

$$n_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{р}}}{g((m_{\text{г}} + m_{\text{с}}) + m_{\text{к}} H_{\text{о}} z)} \geq n'_{\text{ст}}, \tag{4.16}$$

где $Q_{\text{р}}$ – суммарное разрывное усилие каната, кг.

Запас прочности в канате должен быть не менее указанного в ПБ [1].

Расчет и выбор канатов для наклонного подъема

Расчет и выбор подъемного каната для наклонного подъема производится по следующим формулам.

Линейная масса каната (кг/м) определяется по выражению:

$$m_{\text{к}} = \frac{(m_{\text{г}} + m_{\text{с}})(\sin\alpha_{\text{н}} + f_1 \cos\alpha_{\text{н}})}{\frac{\sigma_{\text{в}}}{n\rho_0 g} - L_{\text{н}}(\sin\alpha_{\text{н}} + f_2 \cos\alpha_{\text{н}})}, \tag{4.17}$$

где f_1=0,022 – коэффициент сопротивления движению сосуда при подшипниках качения; f_2=0,15-0,2 – коэффициент сопротивления движе-

нию каната по роликам или почве; $L_н$ – суммарная наклонная высота подъема карьерного подъемника, м:

$$L_н = \frac{H + 20}{\sin \alpha_н}. \tag{4.18}$$

Для выбранного каната находят фактический запас прочности (4.19)

$$n_ф = \frac{Q_р}{g((m_г + m_с)(\sin \alpha_н + f_1 \cos \alpha_н) + m_к L_н (\sin \alpha_н + f_2 \cos \alpha_н))} \geq n_{ст}.$$

Запас прочности в канате должен быть не менее указанного в ПБ, при меньшем фактическом запасе нужно принять канат с большим значением линейной массы или иной маркировочной группы при соответствующем значении суммарного разрывного усилия всех проволок в канате.

4.5. Расчет и выбор уравновешивающих канатов

Уравновешивающие канаты при одноканатном подъеме рекомендуют, как правило, использовать при глубинах более 550 м (см. рис. 7.2, *б,* I часть) при условии:

$$\frac{m_к \cdot H}{к \cdot m_г} \geq 0{,}6, \tag{4.20}$$

где $m_к$ – масса одного погонного метра каната, кг/м; H – вертикальная высота подъема, м; $m_г$ – масса полезного груза, кг.

Многоканатные подъемные установки ПУ обязательно снабжаются нижними уравновешивающими канатами (см. рис. 7.2, *в*, 7.5, I часть).

Линейную массу 1 м хвостового каната определяют по формуле:

$$q = \frac{z}{n_х} m_к. \tag{4.21}$$

Для одноканатного подъема навешивают один канат, а для многоканатного не менее 2 и не более 4. Навеску канатов необходимо осуществлять при условии $q \geq m_к$.

В качестве уравновешивающих канатов рекомендуется применять:

- круглые малокрутящиеся с вертлюгами в угольной промышленности;
- резинотросовые канаты (ленты) в черной и цветной металлургии.

Требования к применению уравновешивающих канатов при навеске: для круглых канатов устанавливают отбойные брусья; для резино-

тросовых, брусья отсутствуют, при этом расстояние между нижними частями петли и нижним брусом должно обеспечить свободное перемещение петли при подъеме, а так же должна быть предусмотрена защита от поднятия петли.

При превышении линейной массы хвостовых канатов над массой головных необходимо определять разность масс канатов по выражению:

$$\Delta = n_{\text{х}} q - z m_{\text{к}} \tag{4.22}$$

Определяют массу 1 погонного метра каната с учетом полученной разности:

$$m_{\text{к}} = \frac{(m_{\text{г}} + m_{\text{с}}) + \Delta H}{(\frac{\sigma_{\text{в}}}{n\rho_0 g} - H_{\text{о}})z}. \tag{4.23}$$

После этого производят выбор нового головного каната и выполняют проверку его на запас прочности по выражению:

$$n_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{р}}}{g((m_{\text{г}} + m_{\text{с}}) + m_{\text{к}} H_{\text{о}} z + \Delta H)} \geq n_{\text{ст}}. \tag{4.24}$$

При реконструкции подъемников производят проверочный расчет каната согласно принятым методикам. Если он не отвечает требованиям ПБ, то производят выбор и навеску новых канатов.

При выборе уравновешивающих канатов следует иметь в виду, что при наличии абразивной пыли всегда нужно применять плоские канаты.

Расположение плоских канатов должно исключать прямое попадание вентиляционной струи на широкую сторону каната.

Запас прочности резинотросовых уравновешивающих канатов должен быть не менее 5,5-кратного, т. е.

$$n = \frac{Q_{\text{р}}}{qH} \geq 5{,}5. \tag{4.25}$$

4.6. Расчет и выбор шахтной подъемной машины

Как правило, в состав шахт и подземных рудников входят вертикальные стволы, которые в свою очередь оборудуются одноканатными или многоканатными подъемными установками.

Целесообразность применения одноканатного или многоканатного подъема определяют технико-экономическим сравнением вариантов с учетом капитальных и эксплуатационных затрат.

При обеспечении проектной годовой производительности и канатоемкости необходимо применять подъемные установки с барабанными подъемными машинами.

Потребность применения многоканатных подъемных установок появляется при значительной годовой производительности шахт и глубине от 600 и более метров. При выборе многоканатных машин следует их размещать на земной поверхности.

Выбор барабанной подъемной машины

Диаметр барабана регламентируется ПБ в соответствие с которым

$$D_{б} \geq 79\ d_{к}, \tag{4.26}$$

Округляется до ближайшего стандартного.

Расчетная ширина каждого из двух барабанов при навивке в один слой, м:

$$B_{б} = (\frac{H + l_{пр}}{\pi \cdot D_{б}} + n_{вт} + 1) \cdot (d_{к} + b_{з}) \leq B; \tag{4.27}$$

при навивке в несколько слоев:

$$B_{б} = (\frac{H + l_{пр}}{\pi D_{б_{ср}} n_{сл}} + n_{вт} + 1) \cdot (d_{к} + b_{з}) \leq B, \tag{4.28}$$

где

$$D_{б\,ср} = D_{б} + (n_{сл} - 1)\ d_{к} \tag{4.29}$$

В случае однобарабанной машины с целым барабаном:

$$B_{б} = (\frac{H + 2l_{пр}}{\pi D_{б}} + 2n_{вт} + 2) \cdot (d_{к} + b_{з}) \leq B, \tag{4.30}$$

и разрезным:

$$B_{б} = B_{з} + B_{пер} + (50 \ldots 70\ мм) \leq B \tag{4.31}$$

где $B_{з}$ – заклиненная часть барабана, определяется по формуле:

$$B_{з} = (\frac{H + l_{пр}}{\pi D_{б}} + n_{вт} + 1) \cdot (d_{к} + b_{з}) \leq B, \tag{4.32}$$

$B_{пер}$ – перестановочная часть барабана, определяется по формуле

$$B_{\text{пер}} = \left(\frac{H_{\text{пер}} + l_{\text{пр}}}{\pi D_{\text{б}}} + n_{\text{вт}} + 1\right) \cdot (d_{\text{к}} + b_{\text{з}}) \le B, \qquad (4.33)$$

где $l_{\text{пр}}$ = 30 – 40 – длина каната для испытания, м; $n_{\text{вт}}$ – витки трения: для барабанов с деревянной футеровкой $n_{\text{вт}}$ = 3, для барабанов с металлической футеровкой $n_{\text{вт}}$ = 5; $b_{\text{з}}$ = 2 – 3 мм – зазор между витками каната при $D_{\text{б}}$ до 6 м; 1 – два полувитка неиспользуемой ширины барабана; 2 – зазор между свивающимися и навивающимися ветвями каната.

В технической характеристике каждой подъемной машины приведены величины максимального допускаемого статического натяжения каната и максимальной разности статических натяжений канатов. Поэтому для выбора подъемной машины следует предварительно посчитать эти величины и сравнить их с данными для принимаемой в последующем машины.

Максимальное статическое натяжение каната (Н) возникает в начале цикла подъема, когда груженный подъемный сосуд находится в самой нижней точке и определяется по выражению:
для вертикальных одноканатных ПУ

$$F_{\text{ст max}} = (m_{\text{г}} + m_{\text{с}})g + m_{\text{к}} \text{H}_0 g\,, \qquad (4.34)$$

для наклонных одноканатных ПУ

$$F_{\text{ст max}} = g((m_{\text{г}} + m_{\text{с}})(\sin\alpha_{\text{н}} + f_1 \cos\alpha_{\text{н}}) + m_{\text{к}} L_{\text{н}} (\sin\alpha_{\text{н}} + f_2 \cos\alpha_{\text{н}})). \qquad (4.35)$$

Наибольшая разность статических натяжений (Н) в канатах для двухконцевого подъема определяется по формуле:
для вертикальных одноканатных ПУ

$$F_{\text{ст р}} = m_{\text{г}} g + m_{\text{к}} \text{H}_0 g\,, \qquad (4.36)$$

для вертикальных одноканатных с противовесом ПУ

$$F_{\text{ст р}} = 0{,}5 m_{\text{г}} g + m_{\text{к}} \text{H}_0 g\,, \qquad (4.37)$$

для вертикальных одноканатных с уравновешивающим канатом ПУ

$$F_{\text{ст р}} = m_{\text{г}} g\,, \qquad (4.38)$$

для наклонных одноканатных ПУ

$$F_{\text{ст р}} = g((m_{\text{г}} + m_{\text{с}})(\sin\alpha_{\text{н}} + f_1 \cos\alpha_{\text{н}}) + m_{\text{к}} L_{\text{н}} (\sin\alpha_{\text{н}} + f_2 \cos\alpha_{\text{н}})). \qquad (4.39)$$

Таким образом, по полученным значениям $D_{\text{б}}$; $B_{\text{б}}$; $F_{\text{ст max}}$; $F_{\text{ст р}}$ производят выбор подъемной машины.

Выбор многоканатной подъемной машины

Определение требуемого диаметра шкива трения осуществляется следующим образом:
без отклоняющих шкивов по выражению (4.26), а в случае с отклоняющими шкивами

$$D_{\text{ош}} \geq 0{,}95\ d_{\text{к}}. \tag{4.40}$$

Максимальное статическое натяжение канатов определяется по выражению:

$$F_{\text{ст max}} = (m_{\text{г}} + m_{\text{с}})g + m_{\text{к}} \text{H}_0\, n_{\text{гк}} g\ , \tag{4.41}$$

Наибольшая разность статических натяжений определяется по формулам:
для вертикальных многоканатных ПУ с уравновешивающим канатом

$$F_{\text{ст р}} = m_{\text{г}} g\ , \tag{4.42}$$

для вертикальных многоканатных ПУ с противовесом и с уравновешивающим канатом

$$F_{\text{ст р}} = 0{,}5\ m_{\text{г}} g\ , \tag{4.43}$$

для вертикальных многоканатных ПУ с тяжелым уравновешивающим канатом

$$F_{\text{ст р}} = m_{\text{г}} g + \Delta \text{H}_0 g, \tag{4.44}$$

где Δ определяется по формуле (4.22),
для вертикальных многоканатных ПУ с противовесом и с тяжелым уравновешивающим канатом

$$F_{\text{ст р}} = 0{,}5 m_{\text{г}} g + \Delta \text{H}_0 g, \tag{4.45}$$

Для многоканатных подъемных машин определяют допустимое удельное давление на футеровку шкива, которое не должно превышать [1, 11, 12]:
для канатов закрытой конструкции 2,5 МПа (25 кгс/см^2);
для трехграннопрядных и круглопрядных с линейным касанием проволок – не более 2,0 МПа (20 кгс/см^2) и отсутствие проскальзывания.

Удельное давление каната определяется по формуле:

$$\tau = \frac{F_1 + F_2}{D_{\text{ош}} \cdot z \cdot d_{\text{к}}}, \tag{4.46}$$

где F_1 и F_2 – статическое натяжение канатов со стороны груженой и порожней ветвей, Н:

$$F_1 = (m_г + m_с)g + m_к H_0 zg\,, \quad (4.47)$$

для вертикальных многоканатных ПУ с уравновешивающим канатом

$$F_2 = m_с g + m_к H_0 n_х g\,, \quad (4.48)$$

где $m_с$ – масса подъемного сосуда, кг; $n_х$ – число хвостовых (уравновешивающих) канатов;

для вертикальных многоканатных ПУ с противовесом и с уравновешивающим канатом

$$F_2 = m_с g + 0{,}5(m_г + m_с)g + m_к H_0 n_х g\,, \quad (4.49)$$

Проверку на отсутствие проскальзывания производят для наиболее неблагоприятного периода, т. е. при наименьшей высоте подъема, по выражению:

$$K_{ст} = \frac{F_1}{F_2} \le 1{,}5. \quad (4.50)$$

При не выполнении данной проверки, необходимо выполнить утяжеление скипов по формуле:

$$\Delta Q_с = 2(F_1 - 1{,}5F_2). \quad (4.51)$$

При последующем движении сосуда в стволе, т. е. увеличении высоты подъема, величина груза должна соответственно уменьшаться.

Таким образом, по результатам проведенных расчетов $D_{ош}$; $F_{ст\ max}$; $F_{ст\ р}$, $n_{гк}$ производят выбор многоканатной подъемной машины.

Выбор подъемной машины при проходке стволов

Общеизвестно, что при проходке стволов глубиной до 1170 м и диаметром 5-8 м применяются передвижные (блочно-контейнерные) подъемные машины, а при проходке стволов глубиной выше 1200 м используют стационарные машины [10, 11, 12].

Выбор подъемной машины эксплуатирующейся под землей

Диаметр барабана подъемной машины регламентируется ПБ в соответствие с которым

$D_б \ge 60\ d_к$. (4.52)

ПБ разрешают двухслойную навивку каната на барабан в подземных условиях для грузовых подъемов и при угле наклона ствола от 30 до 60^0 для людских и грузолюдских подъемов.

При использовании многослойной навивки ширину барабана находят по формуле (4.28).

Выбор копровых и отклоняющих шкивов

Копровые шкивы предназначены для обеспечения заданного расстояния между подъемными сосудами в стволе шахты.

Для барабанных подъемных машин их диаметр определяют по формулам (4.26 и 4.52) и принимают по данным [4, 11, 12].

Отклоняющие шкивы поставляются в комплекте с многоканатной подъемной машиной заводом-изготовителем и выпускаются двух типоразмеров: $D_{ош}$ = 2,0 м для машин с диаметрами 2,1-3,25 м и $D_{ош}$ = 3,0 м для более крупных. Значения махового момента отклоняющих шкивов приведены в [10, 12].

4.7. Определение основных размеров подъемной установки

Выбор схемы расположения подъемной машины относительно ствола шахты определяется компоновкой поверхности, зависит от расположения околоствольного двора, подъездных путей и рельефа местности.

Определение высоты копра

Для одноканатных вертикальных подъемных установок (см. рис. 7.4, *а*, *б,* I часть) высота копра (вертикальное расстояние от нулевой отметки устья ствола до оси верхнего копрового шкива) равна:
на одной геометрической оси (рис. 7.4, *а,* I часть)

$$H_к = h_0 + h_с + h_{пгр} + 0{,}75R_ш ; \qquad (4.53)$$

в одной вертикальной плоскости (рис. 7.4, *б,* I часть)

$$H_к' = H_к + 2R_ш + 1, \qquad (4.54)$$

Современные копры являются индивидуальными сооружениями, приспособленными к конкретным условиям.

Для многоканатных подъемных установок с наземным расположением копра его высоту определяют по формуле (4.53); с учетом обязательного расположения копровых направляющих шкивов в одной вертикальной плоскости по формуле (4.54).

В случае расположения многоканатной подъемной машины в башенном копре, сооруженном над устьем шахты (см. рис. 7.5, I часть), высоту копра определяют с учетом требований ПБ и особенностей размещения всего комплекса оборудования, защитных и предохранительных устройств.

Определение элементов расположения подъемной машины относительно ствола шахты

При выборе места расположения подъемной машины необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на работу подъемной установки:

- условия залегания полезного ископаемого и систему разработки месторождения;

- место расположения подъемных машин должно согласовываться с поверхностными сооружениями, с поверхностным транспортом и схемой разгрузки подъемных сосудов.

Кроме того, на выбор схемы и места оказывают влияние тип принятой машины, ее размеры и число машин. Все эти вопросы решаются комплексно.

При проектировании подъемной машины необходимо предусмотреть;

а) чтобы фундаменты машинного здания и фундаменты укосины копра не соприкасались между собой, так как вибрация укосины может привести к разрушению фундаментов машины;

б) чтобы машинное здание было отнесено от ствола шахты на такое расстояние, при котором угол наклона струны каната к горизонту был, не менее 30^0 и нижняя струна каната не задевала за раму машины.

Расстояние между осью барабана и осью ствола шахты рекомендуется выбрать таким образом, чтобы струны каната не были сильно натянуты, и не изнашивался канат при его крайних положениях на барабане (о борта направляющих шкивов и витки трения). Отдаление подъемной машины на значительное расстояние от ствола также незначительно, так как это связано с удлинением струн каната с резкими поперечными колебаниями струн, с возникновением дополнительных напряжений в канате и может привести к выскакиванию каната через борта направляющих шкивов при ослаблении натяжения.

Классическое расположение подъемной машины относительно ствола шахты представлено на рис. 7.4, I часть, но может быть и другое множество вариантов, например, с разворотом копровых шкивов, с веерным расположением ПМ, с относительным смещением копровых шкивов в параллельных плоскостях и т. д. [12].

Значение величины $L_м$ (см. рис. 7.4, *а,* I часть) расстояние от оси каната до оси подъемной машины зависит от многих факторов и может находиться в пределах $H_к < L_м < 1{,}5H_к$.

Определяем длину струны каната (м) по выражению:

$$L_{\text{с}} = \sqrt{(H_{\text{к}} - C)^2 + (L_{\text{м}} - R_{\text{ш}})^2}, \qquad (4.55)$$

Определяем угол наклона струны каната к горизонту по формуле:

$$\text{tq}\beta = \frac{H_{\text{к}} - C}{L_{\text{м}} - R_{\text{ш}}} \ . \qquad (4.56)$$

Значения углов отклонения канатов в плоскости их струны проверяют по формулам (см. рис. 7.4, *а,* I часть):

$$\text{tg}\alpha_{\text{н}} = \frac{b_{\text{н}}}{L_{\text{с}}}; \quad \text{tg}\alpha_{\text{в}} = \frac{b_{\text{в}}}{L_{\text{с}}}, \qquad (4.57)$$

где $b_{\text{н}}$ и $b_{\text{в}}$ – соответственно наружное и внутреннее линейное отклонение каната на барабане, м.

При размещении шкивов в одной вертикальной плоскости (см. рис. 7.4, *б,* I часть) в формулу (4.57) вместо $L_{\text{с}}$ подставляют $L_{\text{с1}}$ и $L_{\text{с2}}$.

Значения отклонений $b_{\text{н}}$ и $b_{\text{в}}$ легко определяются из треугольников и геометрических размеров органов навивки. В частности, для двухбарабанного органа навивки

$$b_{\text{в}} = \frac{b_{\text{ш}}}{2} - \frac{b_{\text{р}}}{2} - b_0'; \quad b_{\text{н}} = B - b'_0 - b_{\text{в}} - b_0 \qquad (4.58)$$

где $b_{\text{ш}}$ – расстояние между шкивами; B – ширина барабана; $b_{\text{р}}$ – расстояние между внутренними ребордами барабанов; b'_0 – не использованная для навивки длина барабанов; b_0 – длина барабана под витками трения, $b_0 = n_{\text{тр}} \cdot (d_{\text{к}} + b_{\text{з}})$; $d_{\text{к}}$ – диаметр каната; $b_{\text{з}}$ – зазор между канатами; $n_{\text{тр}}$ – число витков трения (принимается при футеровке $n_{\text{тр}}$=3 и без нее $n_{\text{тр}}$=5).

4.8. Кинематика подъемной установки

Продолжительность одного цикла подъема определяется из условия: **для людского подъема** – подъем всего персонала, работающего в одну смену ($n_{\text{см}}$), не более чем за 30 минут ($t_{\text{ц}}$ = 30 мин):

определяется число людей размещающихся в клети ($n_{\text{л}}$) (в случае если клеть многоэтажная ($n_{\text{эт}}$), необходимо определять общее число людей);

определяется необходимое число клетей для подъема персонала смены по формуле:

$$n_{\text{к}} = \frac{n_{\text{см}}}{n_{\text{л}}}, \qquad (4.59)$$

где $n_{\text{л}} = n_1 \, n_{\text{эт}}$, n_1 – число людей, размещающихся в одном этаже клети;

определяется продолжительность одного цикла подъема с учетом холостого пробега клети (с), по формуле:

$$t_{\text{ц к}} = \frac{t_{\text{ц}} 60}{n_{\text{к}}}; \quad (4.60)$$

определяется время потребное на посадку людей в клеть, с, по формуле:

$$t_{\text{пос}} = 1{,}5\ n_1 + 10; \quad (4.61)$$

определяется продолжительность движения клети (с), по формуле:

$$t_{\text{движ}} = \frac{t_{\text{ц к}} - n_{\text{эт}} t_{\text{пос}}}{2}; \quad (4.62)$$

определяется средняя скорость движения клети (м/с), по формуле:

$$v_{\text{ср}} = \frac{H_{\text{о}}}{t_{\text{движ}}}; \quad (4.63)$$

ориентировочная максимальная скорость движения клети (м/с):

$$v_{\text{max}} = v_{\text{ср}}\, a\ , \quad (4.64)$$

где a = 1,15 – 1,35 – множитель скорости, с ростом высоты подъема значение a принимают наименьшее.

для грузового подъема – часовая производительность ($Q_{\text{ч}}$), число подъемов в час ($n_{\text{ч}}$), продолжительность движения (T), ориентировочная средняя скорость движения ($v_{\text{ср}}$) были определена ранее по формулам 4.2, 4.5, 4.7, 4.8.

4.9. Выбор приводного двигателя и редуктора

Выбор двигателя

Частоту вращения электродвигателя определяют исходя из всех возможных передаточных чисел редуктора принятой подъемной машиной по формуле:

$$n_{\text{дв}} = \frac{60 v_{\text{мр}}}{\pi D_{\text{б}}} i_1;\ \ (i_2);\ \ (i_3). \quad (4.65)$$

Полученный результат округляют до ближайшей, как правило, большей фактической частоты вращения из технической характеристики предварительно приятого приводного электродвигателя и вновь уточняют максимальную скорость подъема по выражению:

$$v_{max} = \frac{\pi D_б n_н}{60 i}, \tag{4.66}$$

где $n_н$ номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин; i – окончательно принятое значение передаточного числа редуктора.

Ориентировочно мощность электродвигателя определяют в зависимости от типа принятой подъемной установки [4, 10, 11, 12]:
для вертикальных ПУ

$$N_{ор} = \frac{\lambda \kappa Q_0 v_{max} g}{1000 \eta_{ред}}; \tag{4.67}$$

для вертикальных с противовесом ПУ

$$N_{ор} = \frac{\lambda(\kappa - 0{,}5) Q_0 v_{max} g}{1000 \eta_{ред}}, \tag{4.68}$$

для вертикальных, проходческих, одноконцевых ПУ

$$N_{ор} = \frac{\lambda(Q + Q_с) v_{max} g}{1000 \eta_{ред}}; \tag{4.69}$$

для наклонных ПУ

$$N_{ор} = \frac{\lambda \kappa Q \sin \alpha_н v_{max} g}{1000 \eta_{ред}}, \tag{4.70}$$

где λ = 1,15 – 1,25 – диаграммный коэффициент, зависящий от высоты подъема, чем меньше высота тем больше коэффициент; κ – грузовой коэффициент: 1,15-для скиповых; 1,2-клетевых; 1,1-проходческих; 1,07-скиповых карьерных ПУ

При проектировании привода подъемных установок необходимо [11, 12]:

1. Клетевые мощностью до 1250 кВт укомплектовывать двухдвигательным асинхронным приводом.

2. Клетевые мощностью более 2000 кВт оснащают тихоходным двигателем постоянного тока.

3. Скиповые мощностью до 1250 кВт укомплектовывают двухдвигательным более надежным приводом.

4. Скиповые мощностью до 2500 кВт укомплектовывают одним или двумя по 1250 кВт на единицу.

5. Скиповые мощностью более 2500 кВт укомплектовывают тихоходным двигателем постоянного тока.

Для принятого электродвигателя необходимо выписать полную техническую характеристику и уточнить допускаемую перегрузку по выражению:
для двигателей переменного тока

$$\gamma = 0{,}8\ \gamma_{н} - 0{,}17; \tag{4.71}$$

для двигателей постоянного тока

$$\gamma = 0{,}95\ \gamma_{н} \tag{4.72}$$

где $\gamma_{н}$ – номинальная перегрузочная способность принятого электродвигателя.

Выбор редуктора

При выборе редуктора ориентируются на принятое передаточное число и крутящий момент на его тихоходном валу, который определяется по формуле:

$$M = (\frac{8150N_{ном}}{n_{ном}}\eta_{ред}\gamma_{ном} - \frac{0{,}025GD^2_{рот}}{0{,}5D_{б}}i)i, \tag{4.73}$$

где $N_{ном}$ – номинальная мощность принятого двигателя, кВт; $\eta_{ред}$=0,94 – 0,97 к.п.д. редуктора; $n_{ном}$ – номинальная частота вращения двигателя, об/мин; $GD^2_{рот}$ – маховый момент ротора (момент инерции), Нм^2; i – передаточное число редуктора.

Для многоканатных подъемных машин редукторы поставляют в комплекте с машиной.

Расшифровка типоразмера редукторов следующая:

Буквы: Ц – цилиндрический; Д – двухступенчатый; О – одноступенчатый; Н – с зацеплением Новикова. Число справа от буквенных обозначений – межцентровое расстояние в дм.

Если принят редуктор с двумя приводными быстроходными валами, то оба двигателя должны быть одного и того же типоразмера. Выбрав редуктор, в таблицу заносят его полную техническую характеристику.

4.10. Динамика подъемных установок с органом навивки постоянного радиуса в установившихся режимах движения

Расчет динамики подъема сводится к нахождению усилий на окружности органа навивки (см. рис. 7.7, I часть).

Основное динамическое уравнение для вертикальных ПУ с постоянным радиусом навивки в общем виде может быть представлено уравнением [10 – 12]:

$$F = \left[kQ \pm \alpha_м Q - (n_{хк} q - n_{гк} p)(H - 2x)\right]g + \alpha \sum m - \beta Q g, \quad (4.74)$$

где, кроме ранее известных, $\alpha_м$ – коэффициент, учитывающий неуравновешенность массы (мертвого веса) подъемного сосуда (с отклонением кузова – 0,15; опрокидных скипов – 0,35; опрокидных клетей – 0,5); β – коэффициент, учитывающий уменьшение массы полезного груза, в зависимости от свойств горной массы, в процессе движения в разгрузочных кривых (сухая, сыпучая: с секторным затвором – 0,75;с отклонением кузова – 0,8; опрокидных скипов – 1,0; опрокидных клетей – 0,75), (липкая, мокрая: с секторным затвором – 0,3; с отклонением кузова – 0,45; опрокидных скипов – 0,6; опрокидных клетей – 0,6).

Уравнение (4.74) возможно преобразовать в зависимости от схемы подъема:

скиповой подъем с не опрокидными скипами без уравновешивающего каната

$$F = \left[kQ + p(H - 2x)\right]g + \alpha \sum m - \beta Q g; \quad (4.75)$$

многоканатный скиповой подъем с не опрокидными скипами с противовесом и уравновешивающими канатами ($n_{гк}p = n_{хк}q$)

$$F = \left[(k - 0{,}5)Q - \beta Q\right]g + \alpha \sum m; \quad (4.76)$$

клетевой подъем (обыкновенная клеть) без уравновешивающего каната

$$F = \left[kQ + p(H - 2x)\right]g + \alpha \sum m; \quad (4.77)$$

многоканатный клетевой подъем (обыкновенная клеть) с противовесом и уравновешивающими канатами

$$F = \left[(k - 0{,}5)Q - (n_{хк} q - n_{гк} p)(H - 2x)\right]g + \alpha \sum m, \quad (4.78)$$

где $Q_{пр} = Q_м + Q_{мв} + 0{,}5Q$.

В практических расчетах вероятны различные варианты подъема и спуска груза.

При составлении основного динамического уравнения следует модифицировать уравнение (4.15) или составить, следуя общему уравнению:

$$F = F_{ст\ пв} - F_{ст\ ов} + к'Qg + a\Sigma m \quad (4.79)$$

где $F_{ст\ пв}$ – статическое усилие со стороны поднимаемой ветви каната, Н; $F_{ст\ ов}$ – статическое усилие со стороны опускаемой ветви каната, Н;

к' – коэффициент шахтных сопротивлений: для скипов – 0,15, для клетей – 0,2; Σ*m* – сумма приведенных к окружности навивки движущихся масс ПУ, Н.

В случае двухконцевой наклонной ПУ основное уравнение может иметь вид:

$$F = \left[k_{\text{н}} Q + p(L - 2x)\right]\sin\alpha_{\text{н}} + \alpha\sum m, \tag{4.80}$$

где

$$k_{\text{н}} = k + \frac{(Q + 2Q_{\text{м}})f_1 + pLf_2}{Qtg\alpha_{\text{н}}}. \tag{4.81}$$

Приведенную массу ПУ определяют применительно к расчетной схеме.

Так, для ПУ, приведенной на рис. 7.1, 7.4, I часть, имея в виду, что она снабжена редуктором, приведенная масса определяется по формуле:

$$\sum m = Q + 2Q_{\text{м}} + 2pL_{\text{гк}} + \\ + \frac{1}{g}\left(\frac{2GD^2_{\text{кш}}}{D^2_{\text{кш}}} + \frac{GD^2_{\text{б}}}{D^2_{\text{б}}} + \frac{GD^2_{\text{ред}}}{D^2_{\text{б}}} + \frac{GD^2_{\text{рот}}}{D^2_{\text{б}}} i^2\right)1000, \tag{4.82}$$

где, кроме известных, $L_{\text{гк}}$ – полная длина одной ветви головного каната, м; размерность GD^2 в кНм^2.

Для ПУ, приведенной на рис. 7.5, I часть, определяется по выражению:

$$\sum m = Q + 2Q_{\text{м}} + n_{\text{гк}} pL_{\text{гк}} + n_{\text{хк}} qL_{\text{хк}} + \\ + \frac{1}{g}\left(\frac{GD^2_{\text{цш}}}{D^2_{\text{цш}}} + \frac{GD^2_{\text{ош}}}{D^2_{\text{ош}}} + \frac{GD^2_{\text{ред}}}{D^2_{\text{цш}}} + \frac{GD^2_{\text{рот}}}{D^2_{\text{цш}}} i^2\right)1000. \tag{4.83}$$

При определении суммы приведенных масс основным правилом является обязательный учет всех истинных масс поступательно перемещающихся элементов ПУ и приведенных к окружности органа навивки вращающихся масс.

4.11. Определение предельных значений ускорения и замедления

Ускорение

При уточнении величины ускорения, прежде всего следует определить его возможное значение, исходя из того, что максимальное усилие

на окружности навивки (или канатоведущего шкива) не может быть больше максимального усилия принятого двигателя (с учетом фактической перегрузочной способности), приведенного так же к окружности навивки, т. е.

$$F_{\text{макс дв}} = \gamma F_{\text{н}} \tag{4.84}$$

где

$$F_{\text{н}} = \frac{1000 N_{\text{н}} \eta_{\text{ред}}}{v_{\text{м}}}. \tag{4.85}$$

Максимально возможное значение ускорения в этом случае будет (в общем виде):

$$a_1 \le \frac{\gamma F_{\text{н}} - \left[\kappa Q - (n_{\text{хк}} q - n_{\text{гк}} p)(H - 2h_p)\right] g}{\sum m}, \tag{4.86}$$

где, кроме известных, $h_{\text{р}}$ – путь движения подъемного сосуда в разгрузочных кривых, м.

Полученное по формуле (4.86) значение ускорения должно быть уточнено по длительности процесса ускорения, которая не должна быть меньше 4 с, и по нормативным требованиям. Так, для шахт угольной промышленности для вертикальных людских и грузовых подъемов величина основного ускорения (вне разгрузочных кривых) не должна превышать 0,75 м/с^2. Ускорение при трогании с места не должно превышать 0,3 м/с^2, а при проектировании рудных шахт черной металлургии рекомендуют основное ускорение для одноканатного людского подъема не более 0,75 м/с^2, грузового до 1,0 м/с^2 и многоканатного (любого) не более 0,6 м/с^2 [10 – 12].

Особенностью многоканатных ПУ является проверка ускорения по значениям, обеспечивающим статический (1,75) и динамический (1,25) коэффициенты безопасности против скольжения.

Статический коэффициент безопасности [10 – 12]

$$\mu_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{ст}_\text{о}} (e^{\varphi \alpha_0} - 1)}{F_{\text{ст}_\text{п}} - F_{\text{ст}_\text{о}}} \ge 1{,}75, \tag{4.87}$$

где $F_{\text{ст о}}$ – статическое усилие со стороны опускающейся ветви, Н; $F_{\text{ст п}}$ – статическое усилие со стороны поднимающейся ветви, Н; e = 2,72 – основание натурального логарифма; $\alpha_{\text{о}}$ – угол обхвата, рад; φ – коэффициент трения подъемных канатов по футеровке канатоведущего шкива,

который принимают 0,2 – для закрытых канатов и 0,25 – для трехгранопрядных и круглопрядных канатов с линейным и точечно-линейным касанием проволок в пряди.

Величину ускорения, определяемую из условия отсутствия скольжения, определяют по формуле:

$$a_{1\ доп} = \frac{F_{ст_о}(e^{\varphi\alpha_0} - 1) - 1{,}25(F_{ст_п} - F_{ст_о})}{1{,}25(m_п - m_о) + m_о(e^{\varphi\alpha_0} - 1)}, \qquad (4.89)$$

где $m_п$, $m_о$ – массы поднимающейся и опускающейся ветвей, кг

Применительно к схеме на рис. 7.5, I часть:

$\alpha_о = 1{,}15\pi$

$$F_{ст\ о} = [Q_м + n_{хк}qH + 0{,}4(к-1)Q)]g; \qquad (4.90)$$

$$F_{ст\ п} = [Q + Q_м + n_{гк}pH_о + 0{,}6(к-1)Q)]g; \qquad (4.91)$$

$$m_о = Q_м + n_{хк}qH + \frac{GD^2_{ош}}{gD^2_{ош}}1000; \qquad (4.92)$$

$$m_п = Q + Q_м + n_{гк}pH_о, \qquad (4.93)$$

где $GD^2_{ош}$ – момент инерции отклоняющих шкивов, кНм^2.

При определении ускорения по нескольким вариантам окончательно принимают наименьшее значение.

Замедление

При выборе величин замедления прежде всего руководствуются соображениями сокращения длительности подъемной операции, удобства и осуществимости самого процесса.

Наиболее предпочтительным является «тормозной» режим, которому соответствуют отрицательные значения результирующего усилия на окружности навивки. Многолетняя практика показывает, что наиболее целесообразно, чтобы абсолютное значение этого усилия не превышало $(0{,}2 – 0{,}3)Qg$. Тогда

$$a_з \le \frac{[(1{,}2-1{,}3)кQ + (n_{хк}q - n_{гк}p)(H - 2h_p)]g}{\sum m}. \qquad (4.94)$$

Для статически уравновешенных систем предпочтение отдают свободному выбегу. Тогда

$$a_з \le \frac{\kappa Q g}{\sum m}. \tag{4.95}$$

К двигательному режиму замедления переходят, как правило, в тех случаях, когда требуется увеличить длительность этого периода. При этом величина минимального положительного усилия (особенно при асинхронном приводе) должна быть больше $0{,}3F_н$. Тогда

$$a_з \le \frac{\left[\kappa Q + (n_{хк} q - n_{гк} p)(H - 2h_p)\right] g - 0{,}3F_н}{\sum m}, \tag{4.96}$$

При определении величины замедления следует помнить, что длительность этого периода должна быть не менее 4 с и соответствовать нормативным документам.

Величина основного замедления для вертикальных людских и грузовых подъемов не должна превышать 0,75 м/с^2.

Замедление при стопорении не должно превышать 0,3 м/с^2.

Для шахт черной металлургии для одноканатного подъема при спуске-подъеме людей величина замедления не должна превышать 0,75 м/с^2, а грузового 1,0 м/с^2. В случае многоканатного подъема она не должна превышать 0,6 м/с^2 [12].

При многоканатном подъеме при спуске груза могут возникнуть условия, при которых канаты будут проскальзывать в сторону вращения шкива.

Предельную величину замедления определяют по выражению:

$$a_{з\ пред} \le \frac{n' F_{ст_п} - F_{ст_о}}{n' m_п - m_о}, \tag{4.97}$$

где

$$n' = \frac{1{,}25}{1{,}25 + e^{-\varphi\alpha} - 1}. \tag{4.98}$$

4.12. Ускорение и замедление наклонных подъемных установок

Методика определения ускорений и замедлений аналогична приведенной ранее для вертикальных ПУ. Предельные ускорения и замедления могут быть определены по следующим формулам:

$$a_1 \le \frac{\gamma F_{\text{н}} - \left[\kappa_{\text{н}} Q + p(L - 2l_{\text{р}})\right] g \sin \alpha_{\text{н}}}{\sum m}, \quad (4.99)$$

$$a_{з} \le \frac{\left[(1{,}2 - 1{,}3)\kappa_{\text{н}} Q - p(L - 2l_{\text{р}})\right] g \sin \alpha_{\text{н}}}{\sum m}, \quad (4.100)$$

$$a_{з} \le \frac{\left[\kappa_{\text{н}} Q - p(L - 2l_{\text{р}})\right] g \sin \alpha_{\text{н}} - 0{,}3F_{\text{н}}}{\sum m}, \quad (4.101)$$

Дополнительно следует иметь в виду, что при спуске-подъеме людей a_1 и $a_{з}$ ограничивают величиной 0,5 м/с^2.

Для наклонных подъемников с малым углом наклонного пути для избежания набегания подъемных сосудов на канат должны выполняться условия:

$$a_1 \le a_{E_0} = \frac{F_{\text{ст}_{\text{о}}}}{m_{\text{о}}}, \quad (4.102)$$

$$a_{з} \le a_{E_{\text{п}}} = \frac{F_{\text{ст}_{\text{п}}}}{m_{\text{п}}}, \quad (4.103)$$

где $a_{\text{Ео}}$ и $a_{\text{Еп}}$ – естественное ускорение порожней (опускаемой) и груженой ветвей каната; $F_{\text{сто}}$ и $F_{\text{стп}}$ – статическое натяжение опускаемой и поднимаемой ветвей каната, Н; $m_{\text{о}}$ и $m_{\text{п}}$ – масса опускаемой и поднимаемой ветвей каната, кг.

В формулах (4.102) и (4.103):

$$F_{\text{ст}_{\text{о}}} = \left[(Q_{\text{м}} + pl_1)\sin \alpha_{\text{н}} - (Q_{\text{м}}\varphi_1 + pl_1\varphi_1)\cos \alpha_{\text{н}}\right] g; \quad (4.104)$$

$$F_{\text{ст}_{\text{п}}} = \left[(Q + Q_{\text{м}})(\sin \alpha_{\text{н}} + \varphi_1 \cos \alpha_{\text{н}})\right] g; \quad (4.105)$$

$$m_{o} = Q_{\text{м}} + pl_1 + 1000\frac{GD^2_{\text{кш}}}{gD^2_{\text{кш}}}; \quad (4.106)$$

$$m_{\text{п}} = Q + Q_{м} + pl_{з} + 1000\frac{GD^2_{\text{кш}}}{gD^2_{\text{кш}}}, \quad (4.107)$$

где l_1 – длина пути за период ускорения, м; $l_{з}$ – длина пути за период замедления, м.

4.13. Выбор тахограммы скорости (графика) и её построение

Виды тахограмм (графиков) скорости

Для ПУ, оборудованных обыкновенными клетями, наиболее целесообразно применять трехпериодные тахограммы скорости с или убывающим (в случае привода от двигателя постоянного тока) ускорением.

В последние годы в мировой практике ведутся работы по применению автономного привода разгрузочных устройств скипов, расположенных на копре. Это позволит осуществлять подъемную операцию по трехпериодной тахограмме, что в конечном счете приведет к увеличению производительности ПУ.

Для подъемных установок, оборудованных скипами и клетями, разгрузка которых связана с разгрузочными кривыми, используют пяти-, шести- или семипериодные тахограммы.

Нормы технологического проектирования [1, 10 – 12] рекомендуют для скиповых и клетевых подъемов принимать семипериодные тахограммы.

Это требование связано с удобством автоматизации управления и повышением безопасности. При этом в расчетах скиповых установок расчетный путь движения в разгрузочных кривых следует удваивать, а для клетей принимать 3 м.

Нормы проектирования шахт черной металлургии также рекомендуют применять семипериодные диаграммы скорости. Путь выхода ролика скипа из разгрузочных кривых рекомендуется принимать равным 2,5 м, а входа – 4 м. Для клетей (условно принимать) соответственно 1,5 м и 2 м.

Данные, которые должны быть известны для расчетов графиков скорости, усилий и мощности

H – расчетная высота подъема, м;
v_{max} – максимальная скорость подъема, м/с;
Q – полезная грузоподъемность, кг;
$Q_м$ – масса подъемного сосуда, кг;
$N_н$ – мощность двигателя (двигателей), кВт;
Σm – приведенная масса движущихся частей ПУ, кг;
$t_р$ – расчетная длительность подъемной операции (без паузы), с;
$a_о$; a_1; $a_з$; $a_к$ – ускорения и замедления, м/с^2;
$h_р$ – разгрузочный путь подъемного сосуда (см. 4.13);

p – погонная масса головного каната, кг/м;

q – погонная масса уравновешивающего каната, кг/м;

$n_{гк}$ – число головных канатов;

$n_{хк}$ – число уравновешивающих канатов;

$v_о$ и $v_в$ – скорости выхода и входа в разгрузочные кривые, м/с.

По [10 – 12] $v_о$ и $v_в$ не должны превышать 0,5 м/с. Определение или уточнение этих величин изложено выше в соответствующих разделах данной работы.

Трехпериодная тахограмма скорости

Тахограмма скорости. Время и путь в период ускорения

$$t_1 = \frac{v_{\max}}{a_1} \geq 4 \text{ с} \quad h_1 = \frac{v_{\max} t_1}{2}. \tag{4.108}$$

Время и путь в период замедления

$$t_з = \frac{v_{\max}}{a_з} \geq 4 \text{ с}; \quad h_з = \frac{v_{\max} t_з}{2}. \tag{4.109}$$

Длительность в период равномерного движения и путь

$$t_2 = \frac{h_2}{v_{\max}}; \qquad h_2 = H - (h_1 + h_з) \tag{4.110}$$

Длительность подъемной операции

$$t_1 + t_2 + t_з \leq t_р. \tag{4.111}$$

Последнее условие должно обязательно выполняться, так как соответствует заданной производительности подъемника.

График усилий для случая одноканатной ПУ с обыкновенными клетями и без уравновешивающих канатов (рис. 4.1).

Основное динамическое уравнение в соответствии с формулой (4.74) примет вид

$$F = [\kappa Q + p(H - 2x)]g + \alpha \sum m. \tag{4.112}$$

Усилие:

в начале подъемной операции

$$F_1' = (\kappa Q + pH)g + \alpha_1 \sum m; \tag{4.113}$$

в конце ускоренного движения

$$F_1' = F_1' - 2ph_1 \tag{4.114}$$

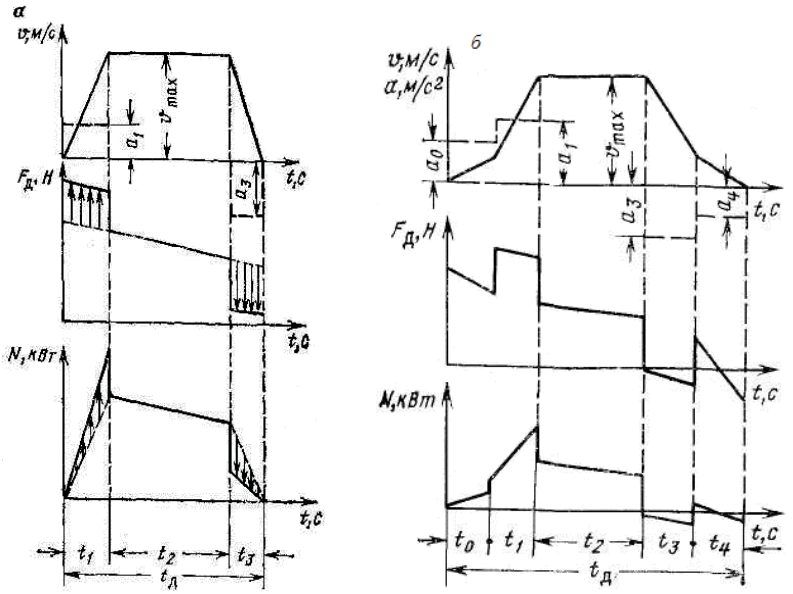


Рис. 4.1. Диаграммы скорости v, движущего усилия $F_д$ и мощности N подъемной установки без уравновешивающего каната:
а – трехпериодная и *б* – пятипериодная

в начале равномерного движения

$$F_2^{/} = F_1^{/} - \alpha_1 \sum m \qquad (4.115)$$

в конце равномерного движения

$$F_2^{/} = F_2^{/} - 2ph_2 \qquad (4.116)$$

в начале замедления

$$F^{/}_{з} = F_2^{/} - \alpha_з \sum m \qquad (4.117)$$

в конце подъемной операции

$$F^{//}_{з} = F^{/}_{з} - 2ph_3 \qquad (4.118)$$

График мощности:
В конце ускоренного движения

$$N_1^{/} = \frac{F_1^{/} v_{\max}}{1000}; \quad (4.119)$$

в начале равномерного движения

$$N_2^{/} = \frac{F_2^{/} v_{\max}}{1000}; \quad (4.120)$$

в конце равномерного движения

$$N_2^{//} = \frac{F_2^{//} v_{\max}}{1000}; \quad (4.121)$$

в начале замедления

$$N_з^{/} = \frac{F_з^{/} v_{\max}}{1000}. \quad (4.122)$$

Пятипериодная тахограмма скорости

Тахограмма скорости. Необходимо уточнить длительность пуска в разгрузочных кривых (учитывая порожний опускающийся сосуд) и величину ускорения:

$$t_о = \frac{2h_р}{v_о} \geq 4 \text{ с}; \quad (4.123) \qquad a_о = \frac{v_о}{t_о} \leq 0{,}3. \quad (4.124)$$

Длительность и замедление в период движения груженого сосуда в разгрузочных кривых:

$$t_к = \frac{2h_р}{v_в} \geq 4 \text{ с}; \quad (4.125) \qquad a_к = \frac{v_в}{t_к} \leq 0{,}3. \quad (4.126)$$

При этом следует помнить рекомендации [10 – 12], изложенные в п. 4.13.

Время и путь в период свободного ускорения:

$$t_1 = \frac{v_{\max} - v_о}{a_1}; \quad (4.127) \qquad h_1 = \frac{v_{\max} + v_о}{2} t_1. \quad (4.128)$$

Время и путь в период свободного замедления:

$$t_з = \frac{v_{\max} - v_в}{a_з}; \quad (4.129) \qquad h_з = \frac{v_{\max} + v_в}{2} t_з. \quad (4.130)$$

Путь и время равномерного движения:

$$h_2 = H - (2h_р + h_1 + h_з) \quad (4.131) \qquad t_2 = \frac{h_2}{v_{\max}}. \quad (4.132)$$

Длительность подъемной операции:

$$t_{\text{о}} + t_1 + t_2 + t_{\text{з}}\ t_{\text{к}} \le t_{\text{р}}. \tag{4.133}$$

График усилий для случая двухконцевой одноканатной ПУ со скипами с секторным затвором с отклонением кузова и без уравновешивающих канатов.

Основное динамическое уравнение в соответствии с формулой (4.74) примет вид:

$$F = \left[\kappa Q \pm \alpha_{\text{м}} Q_{\text{м}} + p(H - 2x)\right]g + \alpha\sum m - \beta Q. \tag{4.134}$$

Усилие в начале подъемной операции:

$$F_{\text{о}}^{/} = (\kappa Q + \alpha_{\text{м}} Q_{\text{м}} pH)g + \alpha_{\text{о}}\sum m; \tag{4.135}$$

усилие в конце периода $t_{\text{о}}$ (при выходе ролика порожнего сосуда из разгрузочных кривых):

$$F_{\text{о}}^{//} = F_{\text{о}}^{/} - (\alpha_{\text{м}} Q_{\text{м}} + 2ph_{\text{р}})g; \tag{4.136}$$

усилие в начале свободного ускорения:

$$F_1^{/} = F_{\text{о}}^{//} + (\alpha_1 - \alpha_{\text{о}})\sum m; \tag{4.137}$$

усилие в конце периода свободного ускорения:

$$F_1^{//} = F_1^{/} - 2ph_1 g; \tag{4.138}$$

усилие в начале равномерного движения:

$$F_2^{/} = F_1^{//} - \alpha_1\sum m; \tag{4.139}$$

усилие в конце периода равномерного движения:

$$F_2^{//} = F_2^{/} - 2ph_2 g. \tag{4.140}$$

усилие в начале свободного замедления:

$$F_{\text{з}}^{/} = F_2^{//} - \alpha_{\text{з}}\sum m; \tag{4.150}$$

усилие в конце периода свободного замедления:

$$F_{\text{з}}^{//} = F_{\text{з}}^{/} - 2ph_{\text{з}} g. \tag{4.151}$$

усилие при входе ролика груженого сосуда в разгрузочные кривые:

$$F_{\text{к}}^{/} = F_{\text{з}}^{//} + (\alpha_{\text{з}} - \alpha_{\text{к}})\sum m; \tag{4.152}$$

усилие в конце подъемной операции:

$$F_{к}^{//} = F_{к}^{/} - (2ph_{р} + \alpha_{м}Q_{м} + \beta Q)g; \quad (4.153)$$

График мощности

В конце периода $t_{о}$ (при выходе ролика порожнего сосуда из разгрузочных кривых):

$$N_{о}^{//} = \frac{F_{о}^{//}v_{о}}{1000}; \quad (4.154)$$

в начале свободного ускорения:

$$N_{1}^{/} = \frac{F_{1}^{/}v_{о}}{1000}; \quad (4.155)$$

в конце периода свободного ускорения:

$$N_{1}^{//} = \frac{F_{1}^{//}v_{max}}{1000}; \quad (4.156)$$

в начале равномерного движения:

$$N_{2}^{/} = \frac{F_{2}^{/}v_{max}}{1000}; \quad (4.157)$$

в конце периода равномерного движения:

$$N_{2}^{//} = \frac{F_{2}^{//}v_{max}}{1000}; \quad (4.158)$$

в начале свободного замедления:

$$N_{з}^{/} = \frac{F_{з}^{/}v_{в}}{1000}. \quad (4.159)$$

в конце периода свободного замедления:

$$N_{з}^{//} = \frac{F_{з}^{//}v_{в}}{1000}. \quad (4.160)$$

При входе ролика груженого сосуда в разгрузочные кривые:

$$N_{к}^{/} = \frac{F_{к}^{/}v_{в}}{1000}. \quad (4.161)$$

График мощности на участке $t_{к}$" может быть построен, в случае необходимости, более детально по данным графика скорости и усилий.

4.14. Определение эффективной мощности приводного электродвигателя

Принятый в расчетах двигатель (см. 4.9.) после определения результирующих усилий на окружности навивки должен быть проверен по условиям нагрева. При этом

$$N_{\text{ор}} \geq N_{\text{эф}}, \tag{4.162}$$

где эффективная по условиям нагрева мощность:

$$N_{\text{эф}} = \frac{F_{\text{эф}} v_{\max}}{1000\eta_{\text{ред}}}. \tag{4.163}$$

В случае асинхронного привода:

$$F_{\text{эф}} = \sqrt{\frac{\sum F^2 t}{T_{\text{экв}}}}. \tag{4.164}$$

Для наиболее сложного случая (семипериодная диаграмма)

$$\begin{aligned}\sum F^2 t = {} & \frac{F_{\text{н}}^2 + F_{\text{н}} F_0^{/} + (F_0^{/})^2}{3} t_0^{/} + \frac{(F_0^{//})^2 + F_0^{//} F_0 + F_0^2}{3} t_0^{//} + \\ & + \frac{(F_1^{/})^2 + F_1^{/} F_1^{//} + (F_1^{//})^2}{3} t_1 + \frac{(F_2^{/})^2 + F_2^{/} F_2^{//} + (F_2^{//})^2}{3} t_2 + \\ & + \frac{(F_{\text{з}}^{/})^2 + F_{\text{з}}^{/} F_{\text{з}}^{//} + (F_{\text{з}}^{//})^2}{3} t_{\text{з}} + \frac{F_{\text{р}}^2 + F_{\text{р}} F_{\text{к}}^{/} + (F_{\text{к}}^{/})^2}{3} t_{\text{к}}^{/} + \\ & + \frac{(F_{\text{к}}^{//})^2 + F_{\text{к}}^{//} F_{\text{к}} + F_{\text{к}}^2}{3} t_{\text{к}}^{//}.\end{aligned} \tag{4.165}$$

Для наиболее простого случая (см. рис. 4.1), трехпериодная диаграмма)

$$\begin{aligned}\sum F^2 t = {} & \frac{(F_1^{/})^2 + F_1^{/} F_1^{//} + (F_1^{//})^2}{3} t_1 + \frac{(F_2^{/})^2 + F_2^{/} F_2^{//} + (F_2^{//})^2}{3} t_2 + \\ & + \frac{(F_{\text{з}}^{/})^2 + F_{\text{з}}^{/} F_{\text{з}}^{//} + (F_{\text{з}}^{//})^2}{3} t_{\text{з}}.\end{aligned} \tag{4.166}$$

Во всех остальных случаях, по приведенной выше методике, определяют $\Sigma F^2 t$ по фактическому графику усилий.

В случае отрицательных усилий и использовании механического тормоза (т. е. при отключенном двигателе) эти периоды не учитывают.

Эквивалентная по условиям нагрева длительность для семипериодной диаграммы,

$$T_{\text{экв}} = 0{,}5(t_0^{/} + t_0^{//} + t_1 + t_{\text{з}} + t_{\text{к}}^{//}) + t_2 + 0{,}25t_{\text{п}}. \qquad (4.167)$$

Для графика на рис. 4.1, *а* трехпериодная диаграмма

$$T_{\text{экв}} = 0{,}5(t_1 + t_{\text{з}}) + t_2 + 0{,}25t_{\text{п}}. \qquad (4.168)$$

При расчете любой тахограммы периоды неустановившегося движения учитывают с коэффициентом 0,5, а длительность паузы – 0,25.

В случае привода от двигателя постоянного тока эффективную мощность определяют по формуле:

$$N_{\text{эф}} = \frac{F_{\text{эф}} v_{\max}}{1000}. \qquad (4.169)$$

где

$$F_{\text{эф}} = \sqrt{\frac{\sum F^2 t \frac{1}{\eta_{\text{ред}}^2} + \sum (-F)^2 t \eta_{\text{ред}}^2}{T_{\text{экв}}}}. \qquad (4.170)$$

В $\Sigma F^2 t$ входит сумма всех положительных усилий, которые определяют по ранее приведенной методике, т. е. в том числе и по формулам (4.165) и (4.166).

$\Sigma(-F)^2 t$ – входит сумма всех отрицательных усилий. Методика определения та же.

Эквивалентная по условиям нагрева длительность для графика на рисунке с семипериодной диаграммой.

$$T_{\text{экв}} = \frac{2}{3}(t_0^{/} + t_0^{//} + t_1 + t_{\text{з}} + t_{\text{к}}^{/} + t_{\text{к}}^{//}) + t_2 + \frac{1}{3}t_{\text{п}}. \qquad (4.171)$$

Для графика на рис. 4.1, *а:*

$$T_{\text{экв}} = \frac{2}{3}(t_1 + t_{\text{з}}) + t_2 + \frac{1}{3}t_{\text{п}}. \qquad (4.172)$$

При расчете любой тахограммы периоды неустановившегося движения учитывают с коэффициентом 2/3, а длительность паузы – 1/3.

Выбранный двигатель при необходимости проверяют на экстренные нагрузки, которые характерны для клетевых подъемников с неопрокидными сосудами. Эти нагрузки возникают при маневрах на клетях с посадкой на кулаки. Экстренную нагрузку определяют по формулам:

- при подъеме верхней груженой клети над кулаками, когда нижняя клеть посажена на кулаки или посадочные брусья:

$$F_{\text{экс}} = g(Q + Q_{\text{м}} - pH): \tag{4.173}$$

- при подъеме нижней порожней клети над кулаками или подъеме порожней клети во время перестановки барабанов для смены горизонтов или каната:

$$F_{\text{экс}} = g(Q_{\text{м}} + pH); \tag{4.174}$$

Экстренную перегрузку проверяют по неравенству:

$$\gamma_{\text{экс}} = \frac{F_{\text{экс}}}{F_{\text{эф}}} \le \gamma. \tag{4.175}$$

Если условия (4.84) соблюдены, то двигатель выбран правильно. При невыполнении этих условий принимают электродвигатель повышенной мощности. При невыполнении условия (4.175) рекомендуют заменить посадочные кулачки качающимися площадками или установить двигатель повышенной мощности, которую определяют по формуле:

$$N_{\text{дв}} = \frac{F_{\text{экс}} v_{\max}}{1000\eta_{\text{ред}}} \sqrt{\frac{\gamma_{\text{экс}}}{\gamma}}. \tag{4.176}$$

Двигатель принимают окончательно, если он соответствует всем условиям. Выписывают техническую характеристику принятого двигателя и переходят к выбору вида управления и защитам установки.

4.15. Расход электроэнергии и к.п.д. подъемной установки

Все расчеты производят по рабочему горизонту, для которого был выбран электродвигатель. Теоретический расход электроэнергии за 1 подъем определяют по формуле:

$$W_{\text{т}} = \frac{Q \cdot H \cdot g}{1000 \cdot 3600}. \tag{4.177}$$

Действительный расход электроэнергии на 1 подъем определяют по диаграмме усилий и с учетом типа двигателя и системы управления.

Для ПУ с асинхронным двигателем с реостатным управлением:

$$W = \frac{v_{max} \cdot \sum F \cdot t}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{дв}}. \quad (4.178)$$

с частотным регулированием:

$$W = \frac{\sum N \cdot t}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{ст.пр}}; \quad (4.179)$$

с асинхронным – вентильным каскадом (АВК)

$$W = \frac{\sum N \cdot t}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{АВК}}; \quad (4.180)$$

где $\eta_{ст.пр}$ – к.п.д. статического преобразователя, который дл расчетов можно принимать равным 0,92-0,95; $\eta_{АВК}$ – к.п.д. асинхронно-вентильного каскада (в силовой цепи ротора), который можно принимать равным 0,9-0,92.

Для ПУ с двигателем постоянного тока:

по системе Г-Д

$$W = \frac{\sum N \cdot t}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{сд} \cdot \eta_{г} \cdot \eta_{дв}}; \quad (4.181)$$

по системе ТП-Д

$$W = \frac{\sum N \cdot t}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{тп} \cdot \eta_{дв}}; \quad (4.182)$$

$\eta_{сд}$ – к.п.д. сетевого двигателя; $\eta_{г}$ – к.п.д. генератора; $\eta_{тр} = 0{,}97$ – к.п.д. трансформатора в системе ТП; $\eta_{тп} = 0{,}97$ – к.п.д. тиристорного преобразователя.

ΣFt для наиболее сложного случая (семипериодная диаграмма)

$$\sum Ft = \frac{F_{н} + F_0^{/}}{2} t_0^{/} + \frac{F_0^{//} + F_0}{2} t_0^{//} + \frac{F_1^{/} + F_1^{//}}{2} t_1 +$$

$$+ \frac{F_2^{/} + F_2^{//}}{2} t_2 + \frac{F_з^{/} + F_з^{//}}{2} t_з + \frac{F_р + F_к^{/}}{2} t_к^{/} + \frac{F_з^{/} + F_з^{//}}{2} t_з. \quad (4.183)$$

Для наиболее простого случая (рис. 4.1, *а*) (трехпериодная диаграмма)

$$\sum Ft = \frac{F_1^{/} + F_1^{//}}{2} t_1 + \frac{F_2^{/} + F_2^{//}}{2} t_2 + \frac{F_з^{/} + F_з^{//}}{2} t_з. \quad (4.184)$$

Во всех остальных случаях Σ*Ft* определяют по фактическому графику усилий.

В случае отрицательных усилий и использования механического тормоза эти периоды не учитывают.

Σ*Nt* определяют по графику мощности по формулам (4.183) и (4.184), заменяя в них значение *F* на *N*.

Для примера приведен расчет для графика (см. рис. 4.1, *б*):

$$\sum Nt = \frac{N_1'}{2}t_1' + \frac{N_1' + N_1''}{2}(t_1'' - t_1') + \frac{N_1'' + N_1'''}{2}(t_1''' - t_1'') +$$

$$+ \frac{N_1''' + N_2}{2}(t_1 - t_1''') + N_2 t_2 + \frac{N_з}{2}t_з. \qquad (4.185)$$

К.п.д. подъемной установки определяют по формуле:

$$\eta_{пу} = \frac{W_т}{W}. \qquad (4.186)$$

Ожидаемый расход энергии на шинах подстанции за один год:

$$W_{год} = \frac{AW}{Q\eta_{эс}}. \qquad (4.187)$$

где $\eta_{эс}$ – к.п.д. электрической сети.

При расчетах ПУ по укрупненным параметрам возникает необходимость определения (прогнозирования) расхода электроэнергии. С этой целью можно определить ожидаемое значение к.п.д.

Для асинхронных двигателей:

$$\eta_{пу} = \frac{\eta_{ред}\eta_{дв}}{k\alpha}. \qquad (4.188)$$

Для привода по системе Г-Д и ТП-Д:

$$\eta_{пу} = \frac{\eta_{ред} \cdot \eta_{сд} \cdot \eta_{г} \cdot \eta_{дв}}{k}; \qquad (4.189)$$

$$\eta_{пу} = \frac{\eta_{ред} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{тп} \cdot \eta_{дв}}{k}. \qquad (4.190)$$

4.16. Управление и защита подъемной установки

Предпочтительно принимать следующие способы управления: дистанционное (для клетевых установок), лифтовое (для одноканатных с противовесом), автоматическое (для скиповых), ручное (для проходческих). Другие способы управления должны быть обоснованы проектом.

У разгрузочных и загрузочных устройств и на промежуточных горизонтах устанавливают кнопки или выключатели для включения предохранительного торможения.

В схеме управления подъемной установки должны быть: защита и блокировка, вызывающие предохранительное торможение, от переподъема сосуда; износа тормозных колодок сверх нормы, самопроизвольного обратного хода машины, увеличения вдвое против расчетого периодов пуска, замедления или дотягивания, повреждения электрической цепи управления рабочим тормозом или повреждения механического привода электрического ограничителя скорости, замыкания в цепях управления и защиты, понижения давления в тормозной системе, превышения максимальной скорости, провисания струны и напуска каната, а также при срабатывании максимальной и нулевой защиты, при нарушении нормальной загрузки или загрузки сосудов и конечных положений механизма, при зависании сосуда в любой точке ствола или разгрузочных кривых. Рокировка и защита предохраняют загрузочные устройства от самопроизвольного выхода из зацепления муфты механизма перестановки, самопроизвольного выхода контакторов выбора направления, перехода с ручного на автоматическое управление и обратно без наложения механического тормоза, увеличения хода тяг тормоза, открывания стволовых дверей и включения механизма обмена вагонеток до прибытия и остановки клети, обрыва кинематической цепи аппарата АЗК, проскальзывания канатов по канатоведущему шкиву и самопроизвольного спуска груженого скипа многоканатного подъема, аварийного перепуска рамы клети с подвижным кузовом, поднятия петли уравновешивающих канатов [12].

Контрольные устройства должны исключить повторный запуск машины в случаях неполного растормаживания колодок при спуске, замыкания на землю в цепях генератор-двигатель, защиты и управления прекращения смазки подшипников (при принудительной смазке), их перегрева и перегрева статора двигателя, снижения изоляции подъемной установки и стволовой сигнализации, нарушения охлаждения электри-

ческих машин, в том числе тиристорных преобразователей, перегрева компрессора [1, 12].

На подъемах с приводом постоянного тока дополнительно должны быть установлены защиты и блокировки от обрыва обмотки возбуждения подъемного двигателя, включения автомата главного тока при наличии остаточного напряжения на якоре генератора и контроль его положения; превышения напряжения генератора, а также должна быть максимальная защита в главной цепи и нулевая защита сетевого двигателя преобразовательного агрегата.

На подъемниках с асинхронным приводом и динамическим торможением устанавливают максимальную защиту источников постоянного тока, защиту от исчезновения постоянного тока в статоре, блокировку, обеспечивающую отключение динамического торможения при действии механического тормоза.

Типовой привод барабанных подъемных машин, комплект оборудования которого поставляется совместно с машиной, осуществляется [12] от:

- асинхронных двигателей с фазным ротором и реостатом в роторной цепи;
- электродвигателей постоянного тока с питанием от тиристорных преобразователей в главной цепи.

Электропривод постоянного тока применяется только для работы на поверхности шахт в невзрывоопасной среде.

Аппаратура управления, совместно поставляемая, с приводом, позволяет обеспечить следующие режимы работы:

- автоматическое, дистанционное и ручное управление для скиповых установок;
- дистанционное управление с автоматической отработкой цикла и ручное управление для клетевых установок.

Взрывобезопасный привод имеет только ручное управление.

Комплектно с многоканатными подъемными машинами завод поставляет привод постоянного или переменного тока с аппаратурой управления.

Электродвигатели постоянного тока управляются статическими- тиристорными или вращающимися машинными преобразователями.

Очень компактными, надежными, экономичными и бесшумными в работе являются подъемные машины с приводом от двигателя постоянного тока. Они позволяют работать при высоких скоростях подъема, большой грузоподъемности и производительности. Широкий диапазон,

плавность и бесступенчатость регулирования достигаются путем применения мощных усилителей-возбудителей, промежуточных усилителей, бесконтактных командоаппаратов.

Комплект поставки предусматривает возможность, использования быстроходных двигателей как постоянного, так и переменного тока.

Специальный аппарат АЗК, механически связанный с валом подъемной машины, позволяет осуществлять программирование и контроль хода. Аппарат снабжен корректором, который автоматически производит согласование положения механизмов аппарата с положением подъемных сосудов в стволе шахты после остановки машины.

Вся измерительная аппаратура, электрический указатель глубины, аппаратура рабочей сигнализации и ручного управления машиной, а также аппараты управления машиной и вспомогательными приводами сосредоточены на пульте управления.

Пульт управления может быть установлен в любом месте, т. е. в машинном зале и вне его. Возможна поставка второго пульта для управления с приемной площадки.

Другие виды приводов, разработанные индивидуально, комплектуются и поставляются с согласия завода-изготовителя ПМ.

4.17. Размещение подъемных машин, их здания и помещения

Подъемные машины являются крупным дорогостоящим стационарным оборудованием. Их всегда устанавливают на бетонном фундаменте, конфигурация, размеры и глубина заложения которого определяются состоянием грунта и допускаемым на него давлением.

Рабочий чертеж фундамента, в соответствии с заданием заказчика, входит в комплект технической документации ПМ.

При определении размеров здания барабанных подъемных машин [1, 12] расстояние от стены до пульта управления должно быть не менее 1,5 м, а между фундаментом ПМ, редуктором и приводным двигателем (приводными двигателями) – не менее 0,7 м. Дополнительно должна быть предусмотрена монтажная площадка.

Габариты зданий и помещений ПМ и нагрузки на строительные конструкции определяют согласно требований стандартов единой системы безопасности труда, отраслевых правил и правил технической безопасности.

В здании должны быть предусмотрены грузоподъемные средства, грузоподъемность которых обеспечивала бы подъем электродвигателя или его основных узлов, а также элементов ПМ, кроме редуктора и коренного вала; для съема последних должны быть предусмотрены гидродомкраты и полиспасты.

В междуэтажном перекрытии здания барабанной ПМ необходимо предусматривать монтажный проем для спуска оборудования.

При размещении ПМ под канатами, пересекающими здание, должно быть установлено ограждение для защиты от капежа с канатов и их провисания при напуске.

Принимаемые проектом технологические решения по размещению оборудования и устройств многоканатных подъемов в башенных копрах должны обеспечивать их минимальную высоту.

При размещении оборудования многоканатных ПМ на разных перекрытиях башенного копра следует прорабатывать возможность их обслуживания одним электрическим мостовым краном, обеспечивающим возможность подъема с земли самого тяжелого элемента ПУ.

Зазор между рамами соседних многоканатных машин, располагаемых на одном перекрытии, принимают по данным завода-изготовителя.

Специальные требования к зданиям и помещениям ПМ по температуре, чистоте, влажности и скорости воздуха, уровню шума и вибрации (кроме предусмотренных соответствующими разделами СНИП) не предъявляются. При проектировании зданий ПМ следует руководствоваться соображениями эстетики и заботиться об удобствах машиниста и обслуживающего персонала. Замечено, что в просторных, теплых и светлых помещениях аварийность значительно ниже.

4.18. Экономическая оценка принятого технического решения

Для принятия наиболее экономичного и прогрессивного решения при проектировании или в случае реконструкции ПУ рассматривают, как правило, не менее двух вариантов, возможных для практического осуществления.

Выбор наиболее экономичного из предполагаемых вариантов производят по методике [13].

Подробный и тщательный экономический расчет позволит более объективно выбрать приемлемый вариант.

Список используемой литературы

1. *Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности* «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Утверждены Приказом Ростехнадзора от 11.12.2013 № 599. Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2015 212 с.

2. *Попов В. М.* Водоотливные установки: справ. пособие. М.: Недра, 1990.

3. *Белов С. В.* Проектирование насосных установок. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2000.

4. *Стационарные установки шахт* / под ред. Б. Ф. Братченко. М.: Недра, 1977.

5. *Носырев Б. А.* Насосные установки горных предприятий: Учебное пособие.-Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1997.-162 с.

6. *Тимухин С. А.* Проектирование шахтных и карьерных вентиляторных установок главного и местного проветривания: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

7. *Шахтные вентиляторные установки главного проветривания*: Справочник / Г. А. Бабак, К. П. Бочаров, А. Т. Волохов и др. М.: Недра, 1982. 296 с.

8. *ОАО НИПИГОРМАШ*: каталог продукции, 2012.

9. *Борохович А. И., Гусев В. В.* Стационарные машины и установки на открытых горных разработках. М.: Недра, 1969.

10. *Правицкий Н. К.* Рудничные подъемные установки. М., 1963.

11. Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок / под общ. ред. В.А. Корсуна, Г. Д. Трифанова. 4-е изд., перераб. и доп. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. 616 с., с ил.

12. *Носырев Б. А.* Проектирование подъемных установок: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1994. 132 с.

13. Расчет экономической эффективности инвестиционных проектов и технико-экономических показателей работы предприятия: метод. рук-во по выполнению курсовой работы / Стровский В. Е., Логвиненко О. А. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. 30 с.

14. *Долганов А. В., Великанов В. С.* Стационарные машины: конспект лекций. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 218 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

ЧАСТЬ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СТАЦИОНАРНЫМ МАШИНАМ 6

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН 6

1.2. Классификация области применения и определение гидравлических и газовых машин 11

2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ТУРБОМАШИН 20

2.1. Турбоустановки, турбомашины и их внешние сети 24

2.2. Виды турбомашин 30

2.3. Кинематика потока в рабочем колесе центробежной и осевой идеальной турбомашины 33

2.4. Теоретический напор и производительность идеальной турбомашины 36

2.5. Теоретическая напорная характеристика турбомашины 39

2.6. Потери в турбомашинах 42

2.7. Действительные (индивидуальные) характеристики турбомашин 47

2.8. Типовые характеристики турбомашин 49

2.9. Законы пропорциональности и универсальная характеристика турбомашин 52

2.10. Быстроходность центробежных насосов 54

3. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ТУРБОМАШИН НА ВНЕШНЮЮ СЕТЬ 57

3.1. Последовательная работа турбомашин, расположенных рядом и на значительном расстоянии друг от друга 57

3.2. Параллельная работа турбомашин, расположенных рядом и на значительном расстоянии друг от друга 60

4. ВОДООТЛИВНЫЕ УСТАНОВКИ 64

4.1. Назначение, классификация и область применения насосных установок на горных предприятиях 64

4.2. Технологические схемы стационарного водоотлива 65

4.3. Насосные установки шахт, карьеров и обогатительных фабрик 67

4.4. Шахтные насосы. Типаж, конструктивное исполнение 69

4.5. Силы, действующие на рабочее колесо насоса и способы их регулирования 76

4.6. Кавитация в насосах и допустимая высота всасывания 80

4.7. Влияние износа элементов проточной части центробежных секционных насосов на режимы их работы 84

4.8. Способы очистки от шламов отстойников горных производств 88

5. ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ 93
5.1. Вентиляторные установки главного и местного проветривания 93
5.2. Шахтные вентиляторы 95
5.3. Типаж, конструктивное исполнение центробежных и осевых вентиляторов 96
5.4. Конструкция осевых вентиляторов 101
5.5. Номенклатура и назначение 106
5.6. Регулирование режимов работы вентилятора и реверсирование струи 108
5.7. Требования правил безопасности к вентиляторным установкам 113
6. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ШАХТ 114
6.1. Схемы и составные элементы пневматической установки 114
6.2. Классификация и основные параметры, характеризующие работу компрессора 116
6.3. Теоретические и действительные рабочие процессы в поршневом компрессоре 117
6.4. Многоступенчатое сжатие 120
6.5. Регулирование производительности и давления компрессоров 125
6.6. Ротационные и лопастные компрессоры 127
6.7. Компрессорные станции. Вспомогательное оборудование компрессорных станций 132
6.8. Номенклатура и конструкция центробежных компрессорных установок 138
7. ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ 140
7.1. Шахтные подъемные установки. Назначение и классификация 140
7.2. Основные схемы подъемных установок 142
7.3. Основные параметры подъемной установки 145
7.4. Уравнение прочности каната 148
7.5. Расчет и выбор органов навивки подъемных машин 150
7.6. Определение основных размеров подъемной установки 151
7.7. Кинематика и динамика подъема 155
7.8. Подъемные сосуды, конструкция, эксплуатационные особенности и области применения 162
7.9. Подъемные канаты. Конструкция и типы. Нормы правил безопасности по уходу и надзору за канатами 172
7.10. Подъемные машины. Классификация, конструкции и общая компоновка 175
7.11. Тормозные устройства подъемных машин 183
7.12. Электропривод подъемных установок и основные требования к электроприводу 188
Список используемой литературы 193

ЧАСТЬ 2. МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН 195
1. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА ШАХТНОЙ И КАРЬЕРНОЙ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК 195
1.1. Определение водопритока 196
1.2. Определение подачи насоса 196
1.3. Определение напора насоса 197
1.4. Выбор типа и количества насосов 198
1.5. Обоснование количества нагнетательных ставов водоотливных установок 200
1.6. Составление гидравлической схемы насосной установки 200
1.7. Расчет характеристики внешней сети 202
1.8. Проверка действительного режима работы водоотливной установки 205
1.9. Расчет трубопровода на гидравлический удар 206
1.10. Расчет мощности и выбор типа электродвигателя насоса 207
1.11. Автоматизация водоотливных установок 209
1.12. Обоснование объема водосборника и насосной камеры 209
1.13. Расчет расхода и стоимости электроэнергии 212
1.14. Расчет затрат на электроэнергию 212
1.15 Решение вопросов техники безопасности и экологии при водоотливе 213
2. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА И ВЫБОРА ВЕНТИЛЯТОРА ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ 214
2.1. Исходные данные для проектирования 214
2.2. Выбор вентилятора главного проветривания и определение его режимных параметров 214
2.3. Расчет и построение характеристик вентиляционной сети в начале и конце эксплуатации рудника, шахты 217
2.4. Электропривод вентилятора, автоматизация и электроснабжение вентиляторной установки главного проветривания шахты 219
2.5. Техника безопасности при эксплуатации вентиляторной установки 223
3. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА ПНЕВМОСНАБЖЕНИЯ ШАХТЫ 224
3.1. Определение расчетной производительности рудничной пневматической установки 224
3.2. Расчетная схема рудничной пневматической установки 224
3.3. Расчет расхода сжатого воздуха по шахте 225
3.4. Расчетная производительность компрессорной станции с учетом потерь сжатого воздуха 226
3.5. Определение расчетного избыточного давления сжатого воздуха на выходе из компрессорной станции 226

3.6. Выбор типа и числа компрессоров ... 229
3.7. Расчет внешней рудничной пневмосети ... 230
3.8. Расчет и выбор вспомогательного оборудования пневматической установки ... 232
3.9. Определение основных размеров компрессорной станции и выбор грузоподъемного механизма ... 233
3.10. Электропривод компрессорного агрегата, электроснабжение и автоматизация компрессорной станции ... 234
3.11. Вопросы техники безопасности при эксплуатации пневматических установок ... 235
4. МЕТОДИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСЧЕТА ШАХТНОГО ПОДЪЕМА ... 236
4.1. Цель и задачи выполнения расчета и выбора рудничных подъемных установок ... 236
4.2. Выбор типа подъемных сосудов и установление их грузоподъемности ... 239
4.3. Выбор максимальной скорости подъема ... 240
4.4. Расчет и выбор подъемных канатов ... 241
4.5. Расчет и выбор уравновешивающих канатов ... 243
4.6. Расчет и выбор шахтной подъемной машины ... 244
4.7. Определение основных размеров подъемной установки ... 249
4.8. Кинематика подъемной установки ... 251
4.9. Выбор приводного двигателя и редуктора ... 252
4.10. Динамика подъемных установок с органом навивки постоянного радиуса в установившихся режимах движения ... 254
4.11. Определение предельных значений ускорения и замедления ... 256
4.12. Ускорение и замедление наклонных подъемных установок ... 259
4.13. Выбор тахограммы скорости (графика) и её построение ... 261
4.14. Определение эффективной мощности приводного электродвигателя ... 267
4.15. Расход электроэнергии и к.п.д. подъемной установки ... 269
4.16. Управление и защита подъемной установки ... 272
4.17. Размещение подъемных машин, их здания и помещения ... 274
4.18. Экономическая оценка принятого технического решения ... 275
Список используемой литературы ... 276

Учебное издание

Алексей Владимирович Долганов

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ

Учебник



Компьютерный набор, корректура
и форматирование автора

Редактор издательства Л. Н. Авдеева
Компьютерная верстка Е. Н. Доронкиной
Дизайн обложки Н. А. Толкачев

Подписано в печать 30.11.2016 г.
Бумага офсетная. Формат 60×84 × 1/16
Печать трафаретная. Печ. л. 17,6.
Тираж 150 экз. Заказ № 05-17.

Отпечатано в типографии ИД «Академия Естествознания»,
440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Б1.О.30 ЭЛЕКТРОФИКАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Направление подготовки/ специальность -
21.05.04 Горное дело

Направленность(профиль)/ специализация Электрификация и автоматизация горного производства

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2023

Автор: Стариков В. С. канд. техн. наук, доцент

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение…….2
2. Тематический план дисциплины……..4
3. Указания по выполнению расчетно-графической работы…….5
4. Вопросы к экзамену по дисциплине……...15
5. Рекомендуемая литература……..16
5.1. Основная литература…….....16
5.2. Дополнительная литература…….16
Приложение. Исходные данные для расчетно-практической работы…….18

ВВЕДЕНИЕ

Приобретение знаний, умений и навыков, необходимых студенту для осуществления практической деятельности, связанной с применением, выбором и эксплуатацией современных схем электроснабжения горных предприятий, комплектных распределительных устройств напряжением выше 1000 В, основной коммутационной аппаратуры, устройств релейной защиты и сетевой автоматики, а также элементов электрических сетей, таких, как силовые трансформаторы, линии электропередачи и др.

Изучение дисциплины решает задачу подготовки студентов к завершающему этапу обучения - дипломному проектированию, где один из разделов проекта «Внешнее электроснабжение» целиком базируется на знаниях, полученных в процессе изучения дисциплины.

Методические указания по самостоятельной работе студентов (СРС) определяют виды, требования к выполнению и отчетности, рекомендации по выполнению СРС.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности процесса обучения по основной образовательной программе путем правильной организации и выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа есть планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская деятельность студентов, осуществляемая, в основном, во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. В настоящих методических указаниях предметом является самостоятельная учебная работа.

Основными видами самостоятельной учебной работы являются:

самовоспроизводящая – самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы и информации Интернет-ресурсов, прослушивание лекций, аудио- и видеоматериалов, заучивание, пересказ, запоминание, повторение учебного материала и др.;

поисковая – подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам и литературы по теме рефератов, контрольных и курсовых работ и др.; творческая – написание рефератов, выполнение курсового проекта, подготовка выпускной работы (проекта), выполнение специальных заданий и др.

Самостоятельная учебная работа включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, семинарским, лабораторным работам и др.) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- написание рефератов, докладов, эссе;
- подготовку ко всем видам практики и выполнение предусмотренных ими заданий;
- выполнение письменных контрольных и курсовых работ;
- подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к коллоквиумам, экзаменам и зачетам, тестированию и интернет-тестированию, государственным экзаменам;
- подготовку к итоговой государственной аттестации, в том числе выполнение выпускной квалификационной работы (проекта) или магистерской диссертации;

 другие виды учебной деятельности, организуемой и осуществляемой вузом, факультетом или кафедрой.

Виды заданий для выполнения самостоятельной работы: сообщение или доклад на семинарском занятии, реферат, расчетно-графическая работа, курсовая работа и курсовой проект, выпускная квалификационная работа, магистерская диссертация. Темы заданий для выполнения учебной самостоятельной работы студентов указывает преподаватель.

Методические рекомендации к планированию и выполнению самостоятельной учебной работы

Приступая к изучению учебной дисциплины, следует ознакомиться с рабочей учебной программой или тематическим планом дисциплины (табл. 1), перечнем обязательной и дополнительной учебной, научной и методической литературы (раздел 4.1), получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

Вопросы для экзамена, указанные в настоящих методических указаниях (раздел 3), могут быть использованы студентом для углубленного изучения содержания дисциплины. Студент имеет право выбирать дополнительно интересующие его темы для самостоятельной работы.

Студентам должны самостоятельно выполнять индивидуальные письменные задания и упражнения, предлагаемые при подготовке к учебным занятиям.

Серьезная организованная работа по подготовке к семинарским занятиям, написанию письменных работ значительно облегчит подготовку к экзаменам и зачетам. При подготовке к зачету, экзамену студент должен повторить, как правило, ранее изученный материал. В этот период играют большую роль подготовленные заранее записи и конспекты.

Контрольная работа (КР) предназначена для выработки умения дать лаконичный аргументированный полный ответ на вопрос изучаемого курса, снабженный выводами. Как правило, она выполняется студентами, обучающимися по заочной форме обучения. Написание ее требует самостоятельности и ответственного отношения, способности работать с литературой по проблеме, знаний истории и теории вопроса, основных теоретических положений. Успешное выполнение контрольной работы учитывается при выставлении экзаменационной оценки. Объем работы не должен превышать 8-10 страниц печатного или рукописного текста, и содержать титульный лист, основную часть работы, список использованной литературы.

Расчетно-графическая работа (РГР) содержит задание на выполнение законченного инженерного расчета по выбору или проверке узлов или составных частей электротехнических систем в составе электротехнического комплекса.

Термин реферат (Р) имеет два смысла, во-первых, это краткое изложение содержания документа или его части, научной работы, включающее основные фактические сведения и выводы, необходимые для первоначального ознакомления с источниками и определения целесообразности обращения к ним и, во-вторых, это вид самостоятельной работы студента, под которым понимается краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания книги, учения, научного исследования и т.п., другими словами, это доклад на определенную тему, освещающий её вопросы на основе обзора литературы и других источников.

Рефераты в как вид самостоятельной работы студента оцениваются по следующим основным критериями: актуальность содержания, теоретический уровень, глубина и полнота анализа фактов, явлений, проблем, относящихся к теме; информационная насыщенность, новизна, оригинальность изложения вопросов; простота и доходчивость изложения; структурная организованность, логичность, грамматическая правильность и

стилистическая выразительность; убедительность, аргументированность, практическая значимость и теоретическая обоснованность предложений и выводов.

Для выполнения самостоятельной работы других видов – курсовой работы и проекта, выпускной квалификационной работы, имеются соответствующие методические указания.

1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Для студентов очной формы обучения:

№	Тема, раздел	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Практическая подготовка	Самостоятельная работа
		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборат. занятия		
1.	Общие сведения о системах электроснабжения горных предприятий	2	1	-	-	4
2.	Электрические нагрузки горных предприятий	4	2	-	-	8
3.	Электрические сети систем внешнего электроснабжения горных предприятий	6	3	-	-	9
4.	Переходные процессы в системах электроснабжения горных предприятий	6	3	-	-	10
5.	Подстанции и распределительные устройства	4	2	6	-	6
6.	Защита электроустановок горных предприятий	6	3	6	-	8
7.	Заземляющие устройства главных понижающих подстанций	2	1	-		4
8.	Устройства автоматики в системах электроснабжения горных предприятий	2	1	4		4
9.	Подготовка к экзамену	-	-	-	-	27
	ИТОГО	32	16	16	-	80

Для студентов заочной формы обучения:

№	Тема, раздел	Контактная работа обучающихся с преподавателем	Практическая подготовка	Самостоятельная работа

		лекции	практич. занятия и др. формы	лаборат. занятия		
1.	Общие сведения о системах электроснабжения горных предприятий	0,5	-	-	-	8
2.	Электрические нагрузки горных предприятий	2	2	-	-	16
3.	Электрические сети систем внешнего электроснабжения горных предприятий	2	2	-	-	20
4.	Переходные процессы в системах электроснабжения горных предприятий	2	2	-	-	20
5.	Подстанции и распределительные устройства	-	-	1	-	12
6.	Защита электроустановок горных предприятий	1	-	1	-	16
7.	Заземляющие устройства главных понижающих подстанций	0,5	-	-		8
8.	Устройства автоматики в системах электроснабжения горных предприятий	-	-	-		10
9.	Подготовка к экзамену	-	-	-	-	9
	ИТОГО	8	6	2	-	119

2 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Целью выполнения работы является закрепление теоретических положений дисциплины и формирование практических навыков и приемов проектирования систем электроснабжения предприятий.

Работа выполняется по заданию, которое выдается студенту или группе студентов. Работа выполняется во время практических занятий (20 часов) и самостоятельной работы студентов (ориентировочная трудоемкость 16 часов).

В работе необходимо выполнить следующее: произвести расчет электрических нагрузок; выбрать средства компенсации реактивной мощности; произвести выбор силовых трансформаторов ГПП; выполнить расчет питающих ЛЭП; выполнить расчет токов короткого замыкания на шинах РУ-6 (10) кВ ГПП; выбрать средства ограничения токов к.з.; выбрать основное электрооборудование ГПП (в том числе и кабельные вставки отходящих ЛЭП); составить принципиальную электрическую схему главных цепей ГПП

(чертеж на формате А1); предусмотреть необходимый объем релейной защиты одного из элементов системы электроснабжения или крупного электроприемника; определить необходимые уставки и настройки; выполнить расчет устройств заземления и грозозащиты электрооборудования ГПП.

Работа выполняется в виде пояснительной записки с необходимыми расчетами, пояснениями и обоснованиями. Записка ориентировочным объемом 25-30 страниц выполняется на бумаге формата А4 рукописным или печатным образом. Графическая часть работы выполняется на листе формата А1.

При выполнении расчетно-графической работы студенты могут руководствоваться учебным пособием для курсового и дипломного проектирования [2].

2.2 Методические указания по расчету электрических нагрузок.

В соответствии с полученным вариантом задания на расчетную работу следует исходные данные извлечь из общего массива и привести их в более удобном для практического использования виде – в виде таблицы «Исходные данные по электроприемникам предприятия» Пример таблицы с исходными данными приведен ниже.

Исходные данные по электроприемникам предприятия

Таблица 1

Наименование потребителя или электроприемника (ЭП)	Кол-во в работе	Тип ЭП	Номин.единичная мощность ЭП, кВТ/кВ А*	Линия от ЗРУ до ЭП	
				Тип линии	Длина линии, м
Компрессоры	2	СД	320	КЛ	100
Центральная подземная подстанция (включая главный водоотлив)	2	АД	2х1250	КЛ	800
Электроприемники промплощадки (КТП-6/0,4 кВ)	1	ТМ	2х1000*	КЛ	400
Электроприемники отопительной котельной (КТП-6/0,4 кВ)	1	ТМ	2х630*	КЛ	1600
ЛЭП «Карьер» (экскаваторы, буровые станки)	3	СД	1500	ВЛ	2000

Дополнительные сведения:

- напряжение питающих ЛЭП – 110 кВ;
- протяженность питающих ЛЭП (от РПС до ГПП) – 25 км;
- мощность короткого замыкания на шинах РПС – 1500 МВ А; - допустимый ток короткого замыкания на шинах ЦПП – 5 кА; - рассмотреть РЗ и А фидера «Карьер».

Обозначения в таблице: СД – синхронный двигатель; АД – асинхронный двигатель; ТМ – трехфазный силовой трансформатор с масляным охлаждением; КЛ – кабельная линия; ВЛ – воздушная линия.

Электроприемники (ЭП) предприятия необходимо проанализировать с точки зрения последствий от перерывов электроснабжения и определить категории, к которым относятся те или иные ЭП. Категории ЭП приведены в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ). В зависимости от категории необходимо обосновать необходимое количество источников питания для ЭП предприятия, способ резервирования источников питания и питающих ЛЭП (допускается без резерва, допустимо явное резервирование, требуется применить неявное резервирование); конструктивное исполнение питающих ЛЭП (воздушная ЛЭП или кабельная; одноцепные ЛЭП или двухцепные); необходимый способ включения резервного питания (обязательно АВР или допускается без него) и др. На основании такого анализа составляется структурная схема внешнего электроснабжения предприятия.

Кроме того, при составлении структурной схемы необходимо электроприемники предприятия распределить по узлам электрических нагрузок, соблюдая требования ПУЭ по резервированию питания. При этом нагрузку по секциям шин подстанций следует распределить по возможности равномерно; синхронные двигатели также распределить по узлам нагрузок во избежание значительного перекоса по реактивной мощности; электроприемники, работающие на один технологический процесс, запитать желательно от разных источников. Необходимо помнить, что в расчете электрических нагрузок учитываются только электроприемники, которые могут находится в одновременной работе. Резервные электроприемники, находящиеся в ремонте, в расчете нагрузок не учитываются.

Расчет электрических нагрузок является основой для выбора мощности трансформатора ГПП, для выбора компенсирующих устройств, для выбора сечения проводников ЛЭП и решения других задач.

Для расчета электрических нагрузок систем внешнего электроснабжения горных предприятий наиболее широко используют метод коэффициентов спроса и установленной мощности электроприемников [1,2]. Установленную мощность электроприемников определяют по их паспортным данным и в зависимости от продолжительности рабочего режима.

Коэффициенты спроса принимают по справочной и нормативной литературе [6, 9] Кроме того, в этих источниках приводятся расчетные значения коэффициентов мощности. Для расчета электрических нагрузок необходимо электроприемники предприятия разделить на отдельные группы однородных по режиму работы электроприемников (насосы, вентиляторы, экскаваторы, подъемные установки, компрессоры и т.д.).

Для удобства результаты расчетов представляют в виде таблицы – Формуляра электрических нагрузок.

При составлении формуляра электрических нагрузок все потребители электроэнергии независимо от их напряжения следует сгруппировать по отдельным узлам электрических нагрузок (секциям шин ГПП, секциям шин распределительных пунктов РП, отдельным крупным фидерам и т. д.). Это в дальнейшем облегчит расчет электрических сетей предприятия.

В графе 2 формуляра указываются потребители электроэнергии (экскаваторы, буровые станки, установки освещения, конвейеры, водоотливные установки и пр.), подключаемые по проекту к конкретному узлу системы электроснабжения.

Для потребителей электроэнергии напряжением 6(10) кВ необходимо в графе 2 дополнительно указать наименование электроприемников на это напряжение (для экскаваторов это сетевые двигатели и трансформаторы собственных нужд ТСН).

В графе 3 формуляра указывается количество электроприемников (двигателей, трансформаторов, ламп и т. п.), установленных на соответствующих потребителях.

В графах 4 и 5 указываются установленная (номинальная) мощность одного электроприемника и общая установленная мощность группы однородных по режиму работы электроприемников. Эти данные по электроприемникам берутся из их технических данных и справочной литературы.

В графах 6 и 7 указываются коэффициенты спроса K_c и расчетные коэффициенты мощности cos φ_p для потребителей электроэнергии, принятые по справочной литературе. При заполнении формуляра следует учитывать, что синхронные двигатели, как правило, работают с опережающим коэффициентом мощности cos φ_p (оп).

В графе 7 также приводятся значения tg φ_p, соответствующие расчетным коэффициентам мощности cos φ_p.

При работе электроприемника с опережающим коэффициентом мощности cos φ_p (оп) значения функции tg φ_p заносятся в формуляр со знаком «–» – минус.

Расчетные значения активной, реактивной и полной мощности групп электроприемников заносятся, соответственно, в графы 8, 9 и 10.

Для узла электрических нагрузок алгебраическим суммированием (т. е. с учетом знаков) определяют:

- сумму расчетных максимумов активной нагрузки $\Sigma P_м$;
- сумму расчетных максимумов реактивной нагрузки $\Sigma Q_м$

При этом следует иметь в виду, что итоговое значение $\Sigma Q_м$ в целом по узлу нагрузок должно быть положительным и минимально возможным для конкретных условий. Если при первоначальных прикидочных расчетах окажется, что $\Sigma Q_м$ при работе синхронных двигателей с опережающим коэффициентом мощности cos φ_p (оп) окажется отрицательной, то следует перевести синхронные двигатели на работу с более высоким коэффициентом мощности (вплоть до 1) и внести соответствующие изменения в формуляр электрических нагрузок.

Пример выполнения расчета электрических нагрузок по Исходным данным (смотри таблицу выше) приведен в сканированных файлах, приведенных в папке «Б1.Б.20 Электроснабжение предприятий. Практика. Расчет электрических нагрузок».

2.2. Методические указания по выбору мощности трансформаторов ГПП

Практически на всех горных предприятиях имеются электроприемники I и II категорий. При этом электрические нагрузки от электроприемников I категории обычно незначительны, а основная нагрука создается элетроприемниками II и частично III категорий. Необходимость выполнения требований ПУЭ в части обеспечения надежности электроснабжения электроприемников I и II категорий приводит к проектированию резервированных схем электроснабжения, более сложных и дорогих по сравнению с нерезервирванными. При этом предпочтение из экономических соображений обычно

отдается схемам неявного резервирования, в которых используется допустимая перегрузочная способность элементов сети.

В соответствии с руководящими указаниями по проектированию электроснабжения и нормами технологического проектирования систем электроснабжения при решении схемных вопросов следует отдавать преимущество подстанциям глубокого ввода (ПГВ) с максимально возможным приближением напряжения 35 – 220 кВ к потребителям и с наименьшим числом ступеней трансформации. Выполнение этого требования позволяет снизить потери электрической энергии в распределительных сетях, уменьшить их стоимость и упростить задачу прокладки этих сетей в условиях насыщенности промплощадки другими инженерными коммуникациями. Кроме того, горные предприятия, как правило, находятся на значительном удалении (не менее 20 – 50 км) от сетей энергосистем и районных подстанций. Поэтому для передачи электрической энергии, как правило, используются магистральные воздушные ЛЭП напряжением 35 – 110 кВ (иногда 220 кВ).

Для приема, преобразования и распределения электрической энергии на территории предприятия сооружается одна или несколько главных понижающих подстанций (ГПП). Питание ГПП (или ПГВ) от сетей энергосистемы должно выполняться не мене чем по двум линиям, подключенным к независимыми и взаиморезервируемым источникам питания.

Распределительные сети на горных предприятиях выполняются, как правило, на напряжение 6 кВ, так как в России за долгие годы выпущено и эксплуатируется значительное количество мощных горных машин, дробилок, мельниц, подъемных установок, вентиляторов главного проветривания и других электроустановок на это напряжение.

Для повышения надежности электроснабжения главные понижающие подстанции ГПП выполняются, как правило, двухтрансформаторными с трансформаторами одинаковой мощности, что необходимо для обеспечения однотипности применяемого на ГПП электрооборудования. Более двух трансформаторов на ГПП предусматривают в случаях использования на предприятии электроприемников с резкопеременной нагрузкой (электрифицированный ж.д.транспорт, дуговые сталеплавильные печи, дуговая электросварка и т.п.). Силовые трансформаторы размещаются, как правило, на территории открытого распределительного устройства (ОРУ) напряжением 35-110 кВ. В нормальном режиме оба трансформатора работают раздельно на разные секции шин закрытого распределительного устройства ЗРУ-6 кВ. В электротехническом помещении ЗРУ-6 кВ устраивается секционированная система шин, состоящая из двух секций, между которыми предусмотрен секционный выключатель (СВ). В нормальном режиме работы СВ отключен и секции шин ЗРУ-6 кВ работают раздельно. Таким образом электроприемники предприятия получают питание по двум вводам и от разных источников. При повреждении электрооборудования одного ввода поврежденный ввод отключают с обеих сторон, после чего СВ включают (автоматически при наличии электроприемников I категории или вручную) и электроснабжение электроприемников предприятия будет выполняться от одного исправного ввода. Этот режим работы системы электроснабжения называется послеаварийным.

В послеаварийном режиме оставшийся в работе трансформатор должен обеспечить бесперебойную работу электроприемников I и II категории и взять не менее 75...80 % расчетной нагрузки. Кроме того, мощность трансформаторов выбирают с учетом их допустимой перегрузочной способности (см. лекцию №7).

При эксплуатации трансформатора, кроме относительно длительных послеаварийных перегрузок допускается кратковременные перегрузки. Эти аварийные

перегрузки не зависят от предшествующего режима работы, являются кратковременными и используется для прохождения максимума нагрузки. Для трансформаторов с масляным охлаждением (со всеми его видами: М, Д, Ц, ДЦ) аварийные перегрузки составляют не более 30% продолжительностью не более 120 минут.

При выборе мощности трансформаторов намечают, как правило, два варианта трансформаторов с разной мощностью, которые в дальнейшем сравнивают с помощью техникоэкономических расчетов.

2.3. Методические указания по расчету электрических сетей

В соответствии с заданием на расчетную работу студентам необходимо выполнить электрические расчеты линий электропередач (ЛЭП) напряжением выше 1000 В. В выполняемых заданиях к таким линиям относятся:

- питающие ЛЭП напряжением 35 или 110 кВ (в зависимости от варианта расчетной работы);
- распределительные (отходящие) кабельные и воздушные ЛЭП напряжением 6 кВ;
- кабельные вставки напряжением 6 кВ, с помощью которых осуществляется передача электрической энергии от ячеек ЗРУ подстанции (ГПП) на отходящие воздушные ЛЭП напряжением 6 кВ.

Электрические расчеты ЛЭП производятся с целью определения сечений проводников линий по условиям воздействия токовой нагрузки в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах. Кроме того, при выборе сечений проводников ЛЭП должны учитываться требования ПУЭ и ГОСТ в части качества передаваемой электрической энергии и экономические показатели электроснабжения. Методы электрических расчетов и требования нормативных документов к проводникам различных ЛЭП рассмотрены в материалах лекций №8…№10 курса «Основы электроснабжения горных предприятий».

Последовательность выполнения расчетов обычно следующая:

- Формирование нормальных и послеаварийных токовых нагрузок по каждой линии (на основе расчета электрических нагрузок);
- определение типа электрической связи (воздушная линия, кабельная линия, магистральный шинопровод);
- выбор экономических сечений проводников (ПУЭ, глава 1.3) для нормального режима работы;
- проверка проводника выбранного сечения по допустимой токовой нагрузке нормального и послеаварийного режимов (ПУЭ, глава 1.3);
- ориентировочная проверка проводов воздушных линий электропередачи по механической прочности (ПУЭ, глава 2.5 и табл. 2.5.5);
- проверка проводов воздушных ЛЭП напряжением более 35 кВ по условиям коронообразования и радиопомех (ПУЭ, глава 1.3, глава 2.5 и табл. 2.5.6)
- проверка жил выбранных кабелей на термическую стойкость к токам короткого замыкания;
- проверка проводников воздушных и кабельных линий по потере напряжения; - проверка магистральных шинопроводов на электродинамическую стойкость.

Выбранный провод (сечение жилы кабеля, тип шинопровода) должны удовлетворять наиболее жесткому из указанных условий, любое из которых может оказаться определяющим.

Питающие линии напряжением 35 – 110 кВ предназначены для передачи электрической энергии от источников питания (одна или несколько районных подстанций – РПС) до главной понижающей подстанции предприятия (ГПП). Как правило, питающие ЛЭП на 35110 кВ выполняются двумя воздушными линиями на одноцепных или двухцепных опорах. В соответствии с НТП ЭПП-94 для предприятий, на которых преобладают электроприемники I категории, питающие линии следует выполнять на одноцепных опорах, проложенных по разным трассам. Для предприятий с преобладанием электроприемников II и III категорий питающие линии могу быть выполнены на двухцепных опорах, что при питании от разных секций шин одной РПС является более рациональным. Следует напомнить, что использование двухцепных ЛЭП напряжением 35 кВ и выше отражается на выборе сечения проводов ВЛ по условиям механической прочности и требует применения проводов сечением не менее 120 мм2.

Сечение проводов стационарных воздушных ЛЭП напряжением 6(10) кВ выбирается и проверяется по всем условиям, применяемым для воздушных ЛЭП напряжением 35110 кВ, за исключением проверки по условиям коронообразования и радио помех. Дополнительно к этому провода временных и передвижных ВЛ напряжением 6(10) кВ (к таким относятся внутрикарьерные распределительные сети и ЛЭП «Карьер») не проверяют по экономической плотности тока, так как основной статьей расходов по таким ВЛ являются эксплуатационные расходы, связанные с частыми работами по монтажу – демонтажу и переносу таких линий.

По этим же причинам гибкие кабели самоходных горных машин (карьерных экскаваторов, буровых станков) так же не проверяют по экономическим критериям. Электрические расчеты по выбору сечения токоведущих жил бронированных и небронированных кабелей (в том числе кабельных вставок) напряжением выше 1000 В, предназначенных для стационарной прокладки, выполняют, как правило, в следующей последовательности:

- выбор сечения жил кабеля по экономической плотности тока;
- проверка жил выбранного кабеля по длительно допустимому току нормального и послеаварийного режимов;
- расчет кабельной линии на термическую стойкость к токам короткого замыкания;
- проверка кабельной линии по потере напряжения.

Марка кабеля выбирается в зависимости от условий эксплуатации и способа прокладки кабельной линии (табл.1).

Таблица 2

Рекомендуемые для применения марки кабелей

Способ прокладки	Марки кабелей	
	При отсутствии растягивающих усилий, механических воздействий	При наличии растягивающих усилий, механических воздействий
В траншее (в земле)	ААШВ, ААБ, АСБ	ААП, АСП
В кабельных каналах, тоннелях (сырые помещения)	ААШВ, ААГ, АСГ	ААБлГ, АСБлГ

В пожароопасных помещениях, по кабельным конструкциям	ААШВ, ААГ, АСГ	ААПГ, АСПГ, ЦСПн, ЦСКн ЦАСПн, ЦАСКн
При крутонаклонной и вертикальной прокладке	ЦСПн, ЦСКн, ЭВТ ЦАСПн, ЦАСКн	ЦСПн, ЦСКн, ЭВТ ЦАСПн, ЦАСКн
Во взрывоопасных зонах	СБГ, СБШВ	СПГ

Кабели любой конструкции даже самого малого сечения, выпускаемые отечественными производителями, являются механически прочными при горизонтальной или слабонаклонной (до 45 градусов) прокладке. Для вертикальной или крутонаклонной (более 45 градусов) прокладке в стволах необходимо использовать бронированные кабели конструкции, которых должны удовлетворять следующим требованиям:

- кабели должны иметь прочную броню, предохраняющую изоляцию и токоведущие жилы от механических повреждений и растягивающих усилий: для этой цели применяется броня, выполненная из стальных круглых или плоских оцинкованных проволок, так называемая несущая броня;

- кабели должны быть устойчивы против сырости, окисления и разъедания: для этого предназначена герметизирующая оболочка (свинцовая, алюминиевая или поливинилхлоридная);

- в кабеле не должно создаваться гидростатических давлений вследствие стекания изоляционной пропиточной массы на основе церезина или жилы кабеля должны иметь пластмассовую изоляцию (кабели типа ЭВТ);

- конструкция кабеля должна быть устойчива против вибраций.

Этим требованиям соответствуют кабели марок ЦСПн или ЦСКн, которые имеют медные жилы с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающей массой на основе церезина, свинцовую оболочку, бронированные плоскими или круглыми стальными оцинкованными проволоками с негорючим наружным покровом. Эти кабели допускаются к применению в пожароопасных помещениях, в шахтах при значительных растягивающих усилиях, на вертикальных и крутонаклонных трассах, без ограничения разности уровней прокладки. Кабели с алюминиевыми жилами типа ЦАСКн и ЦАСПн предназначены для прокладки в тех же условиях, что и кабели типа ЦСКн и ЦСПн за исключением прокладки в стволах угольных шахт.

В соответствии с ВНТП 13-2-93 (ведомственные нормы технологического проектирования) для рудников цветной металлургии «питание центральных подземных подстанций напряжением 6 и 10 кВ предусматривать не менее чем по двум кабельным фидерам: при выходе из строя одного из них оставшийся в работе должен обеспечить 100%-ную нагрузку потребителей I и II категорий» (п.7.3.3). Там же в п. 7.3.4 «питание подстанций насосных главного водоотлива осуществлять по самостоятельным линиям от поверхностных подстанций. При этом каждая линия должна быть рассчитана на 100%-ную нагрузку.

При расчете электрических нагрузок на подстанциях насосных водоотлива следует учитывать все насосные агрегаты (рабочие и резервные)».

«Минимальное сечение питающих кабелей, прокладываемых по вертикальному стволу, необходимо принимать 35мм , максимальное – не более 185 мм » (п.7.3.5).

2.4. Методические указания по расчетам токов короткого замыкания в сетях напряжением выше 1000 В.

Для расчета токов короткого замыкания составляют расчетную схему. Расчетная схема составляется на основе анализа схемы электроснабжения предприятия в зависимости от целей расчета и представляет собой однолинейную электрическую схему. На расчетной схеме указывают все источники питания точки КЗ (генераторы энергосистемы), силовые трансформаторы и автотрансформаторы, воздушные и кабельные линии электропередачи, токоограничивающие реакторы, синхронные компенсаторы, мощные синхронные и асинхронные электродвигатели, а также основные параметры перечисленных элементов. Коммутационные аппараты на расчетной схеме не приводятся. Резервные элементы указываются в том случае, если в нормальном режиме допустима их параллельная работа с основными.

При расчете начального действующего значения периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания в электроустановках выше 1000 В в исходную расчетную схему должны быть введены все синхронные генераторы и компенсаторы, а также синхронные и асинхронные электродвигатели мощностью 100 кВт и более, если между электродвигателем и точкой КЗ отсутствуют токоограничивающие реакторы или силовые трансформаторы.

Расчетная схема составляется с учетом назначения расчетов:

- для выбора и проверки электрооборудования расчетная схема должна соответствовать максимально возможным токам КЗ;

- для настройки и оценки чувствительности релейных токовых защит расчетная схема должна соответствовать минимально возможным токам КЗ.

В связи с этим при схеме внешнего электроснабжения, построенной по принципу неявного резерва, максимально возможный ток КЗ на шинах ЗРУ-6(10) кВ будет при питании обеих секций шин через включенный секционный выключатель от одного силового трансформатора (т. е. в послеаварийном режиме). В этом случае в точку КЗ будут поступать токи от энергосистемы и от всех электродвигателей напряжением выше 1000 В.

Минимально возможный ток КЗ за силовым трансформатором будет иметь место на шинах ЗРУ-6(10) кВ при нормальной схеме и без учета токов подпитки от электродвигателей.

На расчетной схеме указываются расчетные точки, в которых требуется определить токи короткого замыкания. В выполняемом расчетном задании необходимо определить токи КЗ в 2 – 3 точках. Точка К1 расположена на стороне ВН перед силовым трансформатором ГПП. Знание токов КЗ в точке К1 необходимо для проверки электрооборудования ОРУ ГПП на устойчивость к токам короткого замыкания. Точка К2 расположена на шинах

ЗРУ-6 кВ ГПП. Токи КЗ в этой точке необходимы для проверки электрооборудования ЗРУ6 кВ и проверки отходящих кабелей на термическую стойкость. В некоторых вариантах заданий имеются ограничения по токам короткого замыкания в точке К3, которая находится на шинах ЦПП или шинах дренажной шахты. Могут потребоваться расчеты токов КЗ и в других точках для выбора уставок и проверки чувствительности токовых защит отдельных электроустановок или присоединений.

По расчетной схеме составляют схему замещения, в которой трансформаторные связи заменяют электрическими. Элементы системы электроснабжения вводят в схему замещения как сопротивления, а источники энергии как сопротивления и ЭДС (электродвижущие силы).

В сетях напряжением выше 1000 В при расчете токов КЗ наиболее широко используют параметры цепей в относительных базисных единицах. При расчете тока КЗ в относительных базисных единицах упрощаются вычисления. Кроме того, этот метод позволяет учитывать типовые характеристики источников питания и электрических двигателей. Для перевода параметров схемы замещения СЭС и показателей режима в относительные единицы (о.е.) устанавливаются базовые значения мощности $S_б$, напряжения $U_б$, тока $I_б$ и сопротивлений $Z_б$. Из четырех базовых величин две являются независимыми (могут выбираться произвольно), две другие определяются из известных соотношений.

За базисную мощность $S_б$ обычно принимают 100 МВ□А, 1000 МВ□А или номинальную мощность какого-либо элемента системы, если она повторяется в расчетах несколько раз, или суммарную рабочую мощность энергосистемы, от которой осуществляется электроснабжение предприятия. Значение базисной мощности принимается единым для всех ступеней трансформации СЭС.

За базисное напряжение $U_б$ принимают среднее номинальное напряжение ступени, на которой определяют ток КЗ ($U_б = U_{ср}$ = 6,3;10,5; 37; 115; 230 кВ). Эти значения соответствуют требованиям ГОСТ и для расчетов принимается столько базисных напряжений сколько ступеней трансформации в рассматриваемой СЭС.

Системы электроснабжения современных горных предприятий характеризуются разветвленной сетью напряжением 6 кВ с двигательной нагрузкой (сетевые двигатели преобразовательных агрегатов, вентиляторы главного проветривания, главные водоотливные установки, стационарные компрессоры, шаровые мельницы и пр.) При возникновении короткого замыкания в сети 6 кВ напряжение в точке КЗ становится равным нулю и работающие двигатели преобразуются в электрические генераторы. Это происходит по следующим причинам:

- у двигателя, работающего с номинальными параметрами и номинальной скоростью, эдс на зажимах в момент возникновения КЗ близка к номинальному напряжению сети;

- вследствие сохранения инерции вращения ротора в первые периоды возникновения режима КЗ двигатель генерирует эдс свободного выбега.

В таких сетях токи подпитки от двигателей могут быть значительными и соизмеримыми с токами КЗ от энергосистемы. Синхронные и асинхронные электродвигатели влияют на общий ток короткого замыкания по-разному: эдс свободного выбега у асинхронных двигателей затухает много быстрее, чем у синхронных двигателей, так как в момент возникновения режима КЗ одновременно с снижением напряжения питания до нуля снижается и магнитное поле обмотки статора. У двигателя синхронного магнитное поле создается током возбуждения обмотки ротора и для гашения магнитного поля требуется некоторое время из-за электромагнитной инерции. В связи с этим асинхронные электродвигатели оказывают влияние только на сверхпереходный □ ток и на ударный □$_{уд}$ ток. Двигатели синхронные влияют, помимо указанных, на токи □ и на установившийся ток □ .

Более подробно и детально с расчетами токов КЗ необходимо разобраться с помощью приложенного к этому файлу примера.

3 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

1. Энергетическая система России и её составные части. Типы электростанций.
2. Уровни стандартных номинальных напряжений источников и электроприемников.
3. Основные требования к системам внешнего электроснабжения предприятий.
4. Классификация электроприемников по степени надежности их электроснабжения.
5. Радиальные и магистральные схемы внешнего электроснабжения предприятий. Их особенности, достоинства и недостатки.
6. Типовые схемы внешнего электроснабжения предприятий. Способы резервирования источников и электрических сетей.
7. Графики электрических нагрузок, их основные показатели и практическое использование.
8. Расчет электрических нагрузок методом коэффициента спроса.
9. Коэффициент мощности электроустановок. Способы повышения коэффициента мощности.
10. Выбор силовых трансформаторов главных понижающих подстанций.
11. Картограмма электрических нагрузок. Определение символического центра электрических нагрузок.
12. Выбор проводников по допустимому току нормального и форсированного режимов работы.
13. Выбор сечения проводников по экономической плотности тока.
14. Выбор проводников по допустимой потере напряжения.
15. Выбор проводников по электродинамической и термической стойкости.
16. Конструкции воздушных ЛЭП. Типы опор, марки и сечения проводов, изоляторы.
17. Конструкции кабельных ЛЭП. Способы прокладки. Защита от механических повреждений.
18. Потери мощности и электрической энергии в элементах системы электроснабжения. Способы снижения потерь.
19. Методика технико-экономического сравнения вариантов при выборе схем электроснабжения.
20. Причины и виды коротких замыканий в системах электроснабжения.
21. Процесс протекания короткого замыкания. Периодическая и апериодическая составляющие тока к.з. Ударный ток к.з.
22. Расчет токов к.з. в сетях напряжением выше 1000 В в именованных единицах. Расчетная и эквивалентная схемы.
23. Расчет токов к.з. в сетях напряжением выше 1000 В в относительных единицах.
24. Расчет токов к.з. в сетях напряжением выше 1000 В по расчетным кривым (кривым затухания).
25. Расчет токов к.з. в сетях напряжением выше 1000 В с двигательной нагрузкой.
26. Методы преобразования схем замещения при определении токов к.з.(кроме метода коэффициентов распределения).
27. Преобразование схем замещения при определении токов к.з. методом коэффициентов распределения.
28. Способы ограничения токов к.з. Выбор и проверка реакторов.
29. Выбор высоковольтных выключателей и ячеек КРУ.
30. Выбор выключателей нагрузки и предохранителей.
31. Выбор разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.

32. Выбор и проверка трансформаторов тока. Кривые 10%-ной погрешности, их применение.
33. Основные требования к релейной защите.
34. Схема соединения ТТ и обмоток реле в полную звезду, особенности работы схемы в цепях релейной зашиты, область применения.
35. Схема соединения ТТ и обмоток реле в неполную звезду, особенности работы схемы в цепях релейной зашиты, область применения.
36. Схема соединения ТТ в треугольник и обмоток реле в звезду, особенности работы схемы в цепях релейной зашиты, область применения.
37. Схема с двумя ТТ и одним реле, включенным на разность токов двух фаз, особенности работы схемы в цепях релейной защиты, область применения.
38. Максимальная токовая защита. Назначение, принцип действия, условия настройки.
39. Максимальная токовая отсечка. Назначение, принцип действия, условия настройки.
40. Продольная дифференциальная защита. Назначение, принцип действия, условия настройки.
41. Защита от однофазных замыканий на землю в сетях напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью.
42. Требования ПУЭ по выполнению релейных защит силовых трансформаторов. Схемы защит, условия настройки.
43. Требования ПУЭ по выполнению релейных защит электродвигателей напряжением выше 1000 В. Схемы защит, условия настройки.
44. Общий характер растекания тока в земле. Напряжение шага и напряжение прикосновения. Способы выравнивания потенциалов.
45. Требования ПУЭ по выполнению заземляющих устройств. Нормы допустимых значений сопротивления заземляющих устройств ГПП.
46. Методика расчета заземляющих устройств ГПП.
47. Стержневые и тросовые молниеотводы. Зоны защиты молниеотводов. Заземляющие устройства молниеотводов.

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

4.1. Основная литература

1. Плащанский Л.А. Основы электроснабжения горных предприятий. Учебник для вузов. М.: Изд-во МГГУ, 2005, 499 с.
2. Плащанский Л.А. Основы электроснабжения горных предприятий. Учебное пособие. М.: Изд-во МГГУ, 2006, 116 с.
3.

4.2. Дополнительная литература

3. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов – 5-е изд. стер. М.: Высшая школа, 2007, 639 с.
4. Старков В.В. Основы электроснабжения и электротехнические системы. Релейная защита элементов систем электроснабжения горных предприятий. Учебное пособие. Издание УГГГА, 2003, 35 с.
5. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования (РД 153-34.0-20.527-98) /Под ред. Б.Н. Неклепаева. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006, 144 с.

6. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Справочник энергетика /Под ред. А.Н. Чохонелидзе. М.: Колос, 2006, 488 с.
8. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учебное пособие. М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2006, 480 с.

Наименование потребителей или электроприемников (ЭП)	Параметры ЭП	Варианты заданий									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Вентилятор главного проветривания	Кол-во, Тип ЭП	2 СД	1 СД	1 СД	1 СД	1 СД	-	-	-	-	

Приложение. Исходные данные для расчетно-практической работы

	Номинальн. мощн. кВт	630	1250	1500	1000	840	-	-	-	-
	Тип, длина линии , м	КЛ, 400	КЛ, 300	КЛ, 250	КЛ, 300	КЛ, 250	-	-	Варианты заданий	
Наименование потребителей или электроприемников (ЭП)	Параметры ЭП	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Клетевой подъем	Кол-во, Тип ЭП	1 АД	1 АД	1 АД	1 АД	1 АД	-	-	-	-
	Номинальн. мощн. кВт	1250	630	1250	630	630	-	-	-	-
	Тип, длина линии, м	КЛ, 350	КЛ, 200	КЛ, 280	КЛ, 200	КЛ, 250	2 СД	4 АД	2 АД	2 АД
ЛЭП «Карьер» (экскаваторы, буровые станки)	Кол-во, Тип ЭП	2 - АД	2 - АД	2 - АД	2 - АД	2 - АД	1500	1200	1440	1680
Скиповой подъем	Номинальн. мощн. кВт	1000	1000	1600	1600	1000	ВЛ, 1800	ВЛ, 1300	ВЛ, 1500	ВЛ, 1800
	Тип, длина линии, м	КЛ, 350	КЛ, 200	КЛ, 300	КЛ, 200	КЛ, 230	-	1 ТМ	2 ТМ	2 ТМ
Электроприемники обогатительной фабрики (КТП – 6/0,4 кВ) Компрессор	Кол-во, Тип ЭП	2 - СД	3 - СД	3 - СД	4 - СД	3 - СД	2 - СД	3 СД	2*1000	2*1000
	Номинальн. мощн. кВт	540	520	440	360	320	630	340	КЛ, 400	КЛ, 600
	Тип, длина линии, м	КЛ, 400	КЛ, 180	КЛ, 200	КЛ, 400	КЛ, 160	КЛ, 300	КЛ, 200	-	-
Центральная подземная подстанция, включая водоотлив	Кол-во, Тип ЭП	2 АД	2 АД	2 АД	2 АД	1 АД	-	-	-	-
	Номинальн. мощн. кВт	2*630	2*800	2*560	2*940	2*1250	-	-	-	-
	Тип,длина линии, м	КЛ, 800	КЛ, 1000	КЛ, 800	КЛ, 860	КЛ, 860	-	-	-	-
Электроприемники промплощадки (КТП – 6/0,4 кВ)	Кол-во, Тип ЭП	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ
	Номинальн. мощн. кВ А	2*1000	2*1600	2*630	2*630	2*1000	2*1000	2*1000	2*630	2*1600
	Тип, длина линии, м	КЛ, 200	КЛ, 200	КЛ, 160	КЛ, 100	КЛ, 180	КЛ, 180	КЛ, 100	КЛ, 180	КЛ, 180
Электроприемники отопительной котельной (КТП – 6/0,4 кВ)	Кол-во, Тип ЭП	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ	1 ТМ
	Номинальн. мощн. кВ А	2*630	2*630	2*400	2*630	2*400	2*630	2*400	2*400	2*400
	Тип, длина линии, м	ВЛ. 2000	ВЛ, 1600	ВЛ, 1400	ВЛ, 1200	ВЛ, 800	ВЛ, 1500	ВЛ, 1000	ВЛ, 1500	ВЛ, 1350

Дробилка конусная	Кол-во, Тип ЭП	-	-	-	-	-	-	2 АД	1 АД	1 АД	
	Номинальн. мощн. кВт	-	-	-	-	-	-	250	320	520	
	Тип, длина линии, м	-	-	-	-	-	-	КЛ, 250	КЛ, 400	КЛ, 300	
Шаровая мельница	Кол-во, Тип ЭП	-	-	-	-	-	-	2 СД	2 СД	2 СД	
	Номинальн. мощн. кВт	-	-	-	-	-	-	630	540	630	
	Тип, длина линии, м	-	-	-	-	-	-	КЛ, 250	КЛ, 350	КЛ, 400	
Дренажная шахта	Кол-во, Тип ЭП	-	-	-	-	-	2 АД	-	2 АД	2 АД	
	Номинальн. мощн. кВт	-	-	-	-	-	520	-	360	320	
	Тип, длина линии, м	-	-	-	-	-	КЛ, 800	-	КЛ, 600	КЛ, 800	
Напряжение питающих ЛЭП, кВ	Для вариантов 1 - 15	110	35	110	110	35	35	35	110	110	
	Для вариантов 16 - 30	35	110	35	35	110	110	110	35	35	
Длина питающих ЛЭП. км	Для вариантов 1 - 15	36	18	32	24	10	15	25	35	25	
	Для вариантов 16 - 30	10	50	12	18	36	40	50	20	16	
Мощность к. з. на шинах РПС, МВ А	Для вариантов 1 - 15	1200	500	1500	1300	300	600	800	1400	900	
	Для вариантов 16 - 30	400	1000	600	450	650	900	1500	450	300	
Допустимый ток к. з. на шинах ЗРУ-6 кВ		-	-	-	-	-	10	10	10	10	
Допустимый ток к. з. на шинах ЦПП, кА		5	5	5	5	5	-	-	-	-	
Рассмотреть необходимый объем, уставки и чувствительность РЗ и А		СД	АД	КЛ+СД	АД	ТМ	ВЛ+СД	ВЛ	КЛ+АД	АД	

Таблица (продолжение)



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО
Уральский государственный горный университет

Факультет горномеханический

Кафедра электрификации горных предприятий

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.04 – «ГОРНОЕ ДЕЛО» ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЕКТРИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ (ПРЕДПРИЯТИЙ)»

г. Екатеринбург
2020.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение…….2

2. Тематический план дисциплины……....4

3. Указания по выполнению контрольной работы……..7

4. Вопросы по дисциплине……..8

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины……9

5.1. Основная литература……..9

5.2. Дополнительная литература……..10

Приложения:

Рис.1 Схема электроснабжения карьера……..11

Таблица 1. Варианты заданий к контрольной работе……11

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электрификация горных работ» является одной из специальных дисциплин подготовки дипломированных специалистов специальности 21.05.04 – «Горное дело».

Современные карьеры и разрезы являются крупными потребителями электрической энергии. Основные технологические машины и различные виды транспорта на горных предприятиях электрифицированы и оборудованы электрическими приводами. В связи с этим в дисциплине «Электрификация горных работ» изучаются вопросы производства, передачи, преобразования и распределения электрической энергии, безопасного и рационального использования электроэнергии на горных предприятиях.

Основными целями и задачами дисциплины является вооружение обучаемых теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми:

- в практической работе по эксплуатации электрифицированных горных машин;
- для технически грамотной эксплуатации электрооборудования открытых горных работ;
- для безопасного и рационального использования электроэнергии на горных предприятиях.

Методические указания по самостоятельной работе студентов (СРС) определяют виды, требования к выполнению и отчетности, рекомендации по выполнению СРС.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности процесса обучения по основной образовательной программе путем правильной организации и выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа есть планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская деятельность студентов, осуществляемая, в основном, во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. В настоящих методических указаниях предметом является самостоятельная учебная работа.

Основными видами самостоятельной учебной работы являются:

самовоспроизводящая – самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы и информации Интернет-ресурсов, прослушивание лекций, аудио- и видеоматериалов, заучивание, пересказ, запоминание, повторение учебного материала и др.;

поисковая – подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам и литературы по теме рефератов, контрольных и курсовых работ и др.;

творческая – написание рефератов, выполнение курсового проекта, подготовка выпускной работы (проекта), выполнение специальных заданий и др.

Самостоятельная учебная работа включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, семинарским, лабораторным работам и др.) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- написание рефератов, докладов, эссе;
- подготовку ко всем видам практики и выполнение предусмотренных ими заданий;
- выполнение письменных контрольных и курсовых работ;

– подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к коллоквиумам, экзаменам и зачетам, тестированию и интернет-тестированию, государственным экзаменам;
– подготовку к итоговой государственной аттестации, в том числе выполнение выпускной квалификационной работы (проекта) или магистерской диссертации;
– другие виды учебной деятельности, организуемой и осуществляемой вузом, факультетом или кафедрой.

Виды заданий для выполнения самостоятельной работы: сообщение или доклад на семинарском занятии, реферат, расчетно-графическая работа, курсовая работа и курсовой проект, выпускная квалификационная работа, магистерская диссертация. Темы заданий для выполнения учебной самостоятельной работы студентов указывает преподаватель.

Методические рекомендации к планированию и выполнению самостоятельной учебной работы

Приступая к изучению учебной дисциплины, следует ознакомиться с рабочей учебной программой или тематическим планом дисциплины (табл. 1), перечнем обязательной и дополнительной учебной, научной и методической литературы (раздел 4.1), получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

Вопросы для экзамена, указанные в настоящих методических указаниях (раздел 3), могут быть использованы студентом для углубленного изучения содержания дисциплины. Студент имеет право выбирать дополнительно интересующие его темы для самостоятельной работы.

Студентам должны самостоятельно выполнять индивидуальные письменные задания и упражнения, предлагаемые при подготовке к учебным занятиям.

Серьезная организованная работа по подготовке к семинарским занятиям, написанию письменных работ значительно облегчит подготовку к экзаменам и зачетам. При подготовке к зачету, экзамену студент должен повторить, как правило, ранее изученный материал. В этот период играют большую роль подготовленные заранее записи и конспекты.

Контрольная работа (КР) предназначена для выработки умения дать лаконичный аргументированный полный ответ на вопрос изучаемого курса, снабженный выводами. Как правило, она выполняется студентами, обучающимися по заочной форме обучения. Написание ее требует самостоятельности и ответственного отношения, способности работать с литературой по проблеме, знаний истории и теории вопроса, основных теоретических положений. Успешное выполнение контрольной работы учитывается при выставлении экзаменационной оценки. Объем работы не должен превышать 8-10 страниц печатного или рукописного текста, и содержать титульный лист, основную часть работы, список использованной литературы.

Расчетно-графическая работа (РГР) содержит задание на выполнение законченного инженерного расчета по выбору или проверке узлов, или составных частей электротехнических систем в составе электротехнического комплекса.

Термин *реферат* (Р) имеет два смысла, во-первых, это краткое изложение содержания документа или его части, научной работы, включающее основные фактические сведения и выводы, необходимые для первоначального ознакомления с источниками и определения целесообразности обращения к ним и, во-вторых, это вид самостоятельной работы студента, под которым понимается краткое изложение в письменном виде или в форме публичного

доклада содержания книги, учения, научного исследования и т.п., другими словами, это доклад на определенную тему, освещающий её вопросы на основе обзора литературы и других источников.

Рефераты в как вид самостоятельной работы студента оцениваются по следующим основным критериями: актуальность содержания, теоретический уровень, глубина и полнота анализа фактов, явлений, проблем, относящихся к теме; информационная насыщенность, новизна, оригинальность изложения вопросов; простота и доходчивость изложения; структурная организованность, логичность, грамматическая правильность и стилистическая выразительность; убедительность, аргументированность, практическая значимость и теоретическая обоснованность предложений и выводов.

Для выполнения самостоятельной работы других видов – курсовой работы и проекта, выпускной квалификационной работы, имеются соответствующие методические указания.

2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела и темы	Объем СРС, час		Литература (страницы)
	очная форма обучения	заочная форма обучения	
Раздел 1. Электроснабжение горных предприятий	**2**	**7**	
1.1. Введение. Источники электрической энергии. Источники электроснабжения горных предприятий.	-	2	[1] с. 11-12, 15-16; [2] с. 107-108
1.2. Основные требования к системам электроснабжения горных предприятий. Категории электроприемников по надежности электроснабжения.	-	1	[1] с. 12-15; [2] с. 50-53, 102-107
1.3. Типовые схемы внешнего электроснабжения карьеров и разрезов.	1	2	[1] с. 16-20; [2] с. 108-110
1.4. Типовые схемы внутреннего электроснабжения карьеров и разрезов.	1	2	[1] с. 20-24; [2] с. 362-368
Раздел 2. Электрические нагрузки и определение мощности трансформаторных подстанций	**4**	**8**	
2.1. Характеристики электроприемников. Графики электрических нагрузок.	-	2	[1] с. 239
2.2. Расчет электрических нагрузок. Определение местоположения главной понижающей подстанции (ГПП).	3	4	[1] с. 239-247; [2] с. 76-88, 434-435; [3] с. 5-7
2.3. Выбор числа, мощности и наивыгоднейшего режима работы трансформаторов ГПП и ПКТП.	1	2	[1] с. 247-250; [2] с. 436-441; [3] с. 9-13
Раздел 3. Устройство и расчет электрических се-	**3**	**8**	

тей			
3.1. Конструктивное выполнение воздушных и кабельных ЛЭП	-	2	[1] с. 173-184; [2] с. 369-371
3.2. Выбор сечения проводов и кабелей	3	6	[1] с. 184-196; [3] с. 13-19
Раздел 4. Токи короткого замыкания	**-**	**6**	
4.1. Виды коротких замыканий. Процесс короткого замыкания.	-	2	[1] с. 196-197
4.2. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением до и выше 1000 В.	-	4	[1] с. 197-206
Раздел 5. Электрические подстанции открытых горных работ	**-**	**8**	
5.1. Устройство и электрооборудование трансформаторных подстанций.	-	4	[1] с. 209-238, 283-303
5.2. Устройство и электрооборудование тяговых подстанций.	-	2	[1] с. 399-408; [2] с. 484-489
5.3. Выбор электрооборудования подстанций напряжением до и выше 1000 В.	-	2	[1] с. 250-258, 277-280
Раздел 6. Электрическое освещение	**2**	**6**	
6.1. Основные светотехнические параметры.	1	2	[1] с. 131-133; [2] с. 118-120
6.2. Электрические источники света и осветительные установки карьеров.	1	2	[1] с. 133-151; [2] с. 120-138
6.3. Расчет электрического освещения карьеров.	-	2	[1] с. 151-163; [2] с. 148-161
Раздел 7. Основные энергетические показатели электрохозяйства карьеров	**1**	**3**	
8.1. Коэффициент мощности и способы его повышения.	-	1	[1] с. 456-466; [3] с. 7-9
8.2. Удельный расход электроэнергии. Электровооруженность труда.	1	1	[1] с. 445-456; [2] с. 55-56; [3] с. 22
8.3. Тарификация электроэнергии.	-	1	[1] с.439-445 [2] с. 59-62; [3] с. 22-24
Раздел 8. Основы электробезопасности.	**4**	**8**	

9.1. Действие электрического тока на организм человека.	-	2	[1] с. 35-39; [2] с. 169-175
9.2. Контроль изоляции и защитное отключение.	2	2	[1] с. 48-81; [2] с. 207-220
9.3. Защитное заземление. Испытания заземляющих устройств.	2	2	[1] с. 91-125; [2] с. 194-196; [3] с. 19-21
9.4. Меры по безопасному обслуживанию электроустановок горных предприятий.	-	2	[1] с. 125-128
ИТОГО	**31**	**58**	

3.УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа предназначена для закрепления теоретического материла, приобретения навыков выполнения электротехнических расчетов и пользования справочной специализированной литературой.

Контрольная работа выполняется студентами по вариантам исходных данных, которые задаются преподавателем каждому студенту индивидуально. Исходные данные по вариантам заданий соответствуют схеме электроснабжения карьера (рис.1) и приведены в табл.1 Приложения к настоящим методическим указаниям.

Контрольная работа выполняется на белой бумаге формата А4 с применением персонального компьютера шрифтом Times New Roman (размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5). В исключительных случаях допускается представить контрольную работу, выполненную аккуратно в ученической тетради рукописным образом. В любом случае титульный лист пояснительной записки должен соответствовать образцу, выставленному на сайте кафедры ЭГП (http://egp.3dn.ru). Выполненная контрольная работа должна быть сдана на кафедру ЭГП и зарегистрирована не позднее дня проведения предэкзаменационной консультации.

При выполнении контрольной работы необходимо придерживаться следующих общих требований:

- ✓ принятые решения должны иметь обоснования, сопровождаемые соответствующими расчетами и пояснениями;
- ✓ при выборе электрооборудования необходимо приводить его основные технические характеристики;
- ✓ схемы должны изображаться в условных графических обозначениях, предусмотренных действующими ГОСТ;
- ✓ работа выполняется с оставлением полей шириной 3 см для замечаний преподавателя.

При выполнении контрольной работы необходимо решить следующее:

1. выполнить расчет электрических нагрузок по карьеру;
2. выбрать, при необходимости, средства компенсации реактивной мощности;

3. определить количество и мощность силовых трансформаторов на главной понижающей подстанции (ГПП);
4. определить мощность и выбрать ПКТП для ламп ДКсТ и для буровых станков;
5. выполнить расчет воздушных и кабельных ЛЭП карьера;
6. произвести расчет защитного заземления электроустановок карьера.

Расчет электрических нагрузок рекомендуется проводить по установленной мощности и коэффициенту спроса. Результаты расчетов следует представить в виде таблицы – формуляра электрических нагрузок. При составлении формуляра электрических нагрузок все электроприемники карьера независимо от их напряжения следует сгруппировать по отдельным воздушным ЛЭП (ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3). Формуляр электрических нагрузок и методика его заполнения изложены в [4].

Для выбора средств компенсации реактивной мощности необходимо, прежде всего, определить величину средневзвешенного коэффициента мощности по карьеру. В зависимости от соотношения между расчетным значением и нормированным значением коэффициента реактивной мощности принимается решение о необходимости применения искусственной компенсации реактивной мощности. Методика выбора компенсирующих устройств изложена в [4].

Выбор числа и мощности трансформаторов на ГПП карьеров производится, исходя и расчетной нагрузки и категории электроприемников. При наличии на карьере электроприемников I и II категорий на ГПП устанавливается, как правило, не менее двух силовых трансформаторов, что необходимо для резервирования питания. Трансформаторы принимаются, как правило, одинаковой мощности, которая определяется с учетом их перегрузочной способности и требований по резервированию [4]. По величине расчетной мощности с помощью справочной литературы, указанной в [4], выбираются соответствующие трансформаторы.

При определении мощности силового трансформатора ПКТП для питания лампы ДКсТ следует учитывать его несимметричную работу. Расчетная мощность может быть определена по соответствующим выражениям, приведенным в [4].

Мощность силового трансформатора ПКТП для питания бурового станка определяется по суммарной установленной мощности электроприемников бурового станка с учетом группового коэффициента спроса, величина которого зависит от количества электроприемников в группе и может быть определена по соответствующим выражениям, приведенным в [4].Выбранный трансформатор для ПКТП бурового станка должен быть проверен по условию прямого пуска наиболее мощного в группе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

При расчете воздушных и кабельных ЛЭП карьера необходимо выбрать марку и сечение проводов воздушных ЛЭП (ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3), марку и сечение токоведущих жил кабелей для питания экскаваторов и буровых станков. При расчете воздушных ЛЭП следует учитывать, что ВЛ-1 является стационарной, а ВЛ-2 и ВЛ-3 являются передвижными. Гибкие кабели горных машин карьеров относятся к временным ЛЭП. Применяемые методы расчета воздушных и кабельных ЛЭП карьеров приведены в [4].

При расчете защитного заземления электроустановок карьера необходимо определить тип и количество электродов центрального заземлителя и сечение заземляющих проводников. Расчет производится для наиболее удаленного от центрального заземлителя электроприемника карьера. Центральный заземлитель сооружается, как правило, на борту карьера вбли-

зи от ГПП. Методика расчета защитного заземления электроустановок карьеров изложена в [4].

На основании проведенных расчетов необходимо изобразить схему электроснабжения карьера с указанием на ней типов электрооборудования, марок воздушных и кабельных ЛЭП.

4 ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Производство электроэнергии. Типы электростанций, их основные показатели.
2. Энергетическая система России. Структура, преимущества объединенной энергосистемы.
3. Номинальные напряжения источников и электроприемников.
4. Основные требования к системам электроснабжения горных предприятий.
5. Типовые схемы внешнего электроснабжения горных предприятий. Способы резервирования источников питания и электрических сетей.
6. Типовые схемы внутреннего электроснабжения карьеров и разрезов.
7. Характеристики потребителей электрической энергии. Установленная, присоединенная, потребляемая мощности. Коэффициент спроса.
8. Коэффициент мощности электроустановок: понятие, последствия низкого коэффициента мощности, способы повышения (естественные и искусственные).
9. Графики электрических нагрузок, их основные показатели.
10. Расчет электрических нагрузок. Методы расчета. Определение расчетных электрических нагрузок методом коэффициента спроса.
11. Картограмма электрических нагрузок. Определение месторасположения символического центра электрических нагрузок.
12. Выбор силовых трансформаторов ГПП и ПКТП.
13. Электрооборудование трансформаторных подстанций (силовые трансформаторы, выключатели, разъединители, отделители и короткозамыкатели, предохранители, измерительные трансформаторы, ограничители перенапряжений и пр.).
14. Аппаратура управления и защиты напряжением до 1000 В (автоматический фидерный выключатель; магнитные пускатели; предохранители; тепловые реле и т.п.)
15. Устройство воздушных и кабельных линий электропередачи.
16. Расчет электрических сетей: выбор сечений проводов воздушных ЛЭП, выбор марки и сечения проводников кабельных ЛЭП.
17. Причины и виды коротких замыканий. Процесс протекания короткого замыкания.
18. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением до и выше 1000 В.
19. Выбор электрических аппаратов распределительных устройств напряжением до и выше 1000 В.
20. Основные светотехнические характеристики источников света.
21. Рудничные осветительные приборы. Люминесцентные лампы. Стартерная схема зажигания люминесцентных ламп.
22. Рудничные осветительные приборы. Дуговая ртутная лампа типа ДРЛ. Схема зажигания лампы ДРЛ.
23. Дуговая ксеноновая лампа типа ДКсТ. Схема зажигания лампы ДКсТ-20000.
24. Виды поражений человека электрическим током.
25. Воздействие электрического тока на организм человека. Классификация токов по ответной реакции организма человека.
26. Факторы, определяющие опасность поражения человека электрическим током.
27. Режимы нейтрали электрических сетей. Понятия и определения.
28. Анализ безопасности в электрических сетях с изолированной нейтралью. Достоинства

и недостатки электрических сетей с изолированнной нейтралью.

29. Анализ безопасности в электрических сетях с глухозаземленной нейтралью. Достоинства и недостатки электрических сетей с глухозаземленной нейтралью.
30. Защитное отключение. Назначение, область применения, требования ПБ к устройствам защитного отключения и к их эксплуатации.
31. Реле утечки УАКИ-380. Упрощенная схема. Работа реле утечки.
32. Защитное заземление электроустановок: назначение, область применения, принцип действия, требования ПБ к заземлению электроустановок карьеров.
33. Проверка состояния и измерение сопротивления заземляющих устройств электроустановок карьеров.
34. Расчет заземляющих устройств. Цель и порядок расчета.
35. Тарификация электроэнергии. Виды тарифов для промышленных предприятий. Скидки и надбавки к тарифам.
36. Удельный расход электроэнергии. Понятие, виды удельных норм.
37. Электровооруженность труда.

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

1. Чеботаев Н. И. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ: Учебник для вузов. – М.: Изд-во «Горная книга», 2006. – 474 с.

5.2. Дополнительная литература

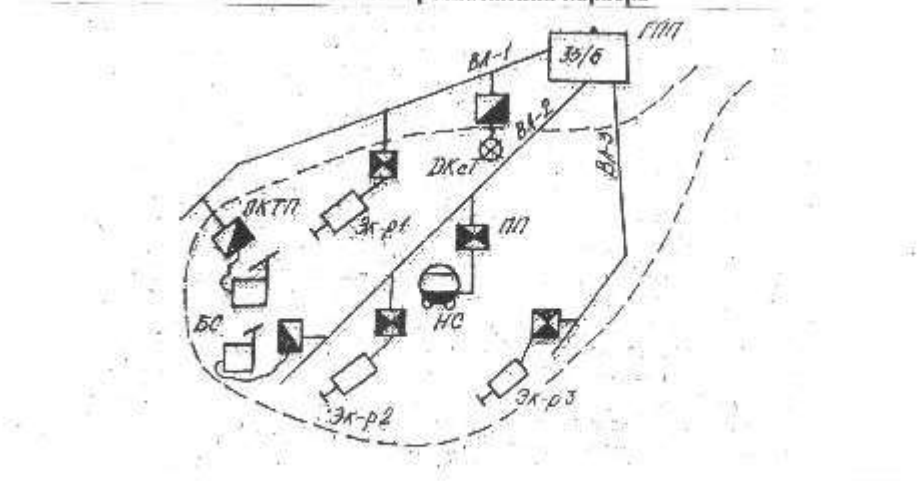
2. Электрификация горного производства: Учебник для вузов: В 2 т. / Под ред. Л. А. Пучкова и Г. Г. Пивняка. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2007. – Т.1. – 511 с.
3. Электропривод и электрификация приисков: Учебник для вузов / Г. А. Багаутинов, Ю. А. Марков, А. П. Маругин, В. С. Стариков. – М.: Недра, 1989. – 303 с.
4. Стариков В. С. Электроснабжение карьера (прииска): Учебно-методическое пособие для студентов специальности 090500 – «Открытые горные работы» (ОГР). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 27 с.
5. Бекетов В. Ф. Методические разработки по лабораторным работам по электрооборудованию для студентов неэлектрических специальностей. Часть 2. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2000.

Методические указания для самостоятельной работы студентов составил: доцент кафедры ЭГП Стариков В. С., доцент, канд. техн. наук.

Методические указания одобрены на заседании кафедры электрификации горных предприятий (ЭГП).

Заведующий кафедрой ЭГП, профессор А. Л. Карякин

Рис.1 Схема электроснабжения карьера



Варианты заданий к контрольной работе

Таблица 1

№ варианта	Тип экскаватора			Тип бур. станка (БС)	Мощ-ность дв-ля насоса (НС), кВт	Мощ-ность лампы ДКсТ, кВТ	Протяженность ВЛ, км		
	Эк-р 1	Эк-р 2	Эк-р 3				ВЛ-1	ВЛ-2	ВЛ-3
1	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	СБШ-250МН	500	20	0,8	1,8	1,5
2	ЭКГ-5У	ЭКГ-12	ЭКГ-12	СБШ-250МН	350	20	1,0	1,6	1,4
3	ЭКГ-5А	ЭКГ-12	ЭКГ-12	2СБШ-200	140	50	1,6	2,0	1,8
4	ЭКГ-8Н	ЭКГ-10	ЭКГ-8,3	СБШ-250	800	50	1,8	2,0	1,4
5	ЭКГ-10	ЭКГ-12У	ЭКГ-10	2СБШ-200	500	20	1,4	1,6	1,2
6	ЭКГ-12Ус	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБУ-160	350	20	2,0	1,8	1,6
7	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	СБО-2	200	100	1,8	1,6	1,4
8	ЭКГ-5У	ЭКГ-12	ЭКГ-12	СБШ-250	500	50	0,5	1,0	0,8
9	ЭКГ-8,3	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	2СБШ-200Н	350	20	0,6	0,8	1,2
10	ЭКГ-8Н	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СВБ-2М	140	20	0,4	0,6	0,8
11	ЭКГ-12Ус	ЭКГ-8Н	ЭКГ-12	СБШ-250МН	500	50	1,0	1,2	0,8

Варианты заданий к контрольной работе (продолжение табл.1)

№ варианта	Тип экскаватора			Тип бур. станка (БС)	Мощ-ность дв-ля насоса (НС), кВт	Мощ-ность лампы ДКсТ, кВТ	Протяженность ВЛ, км		
	Эк-р 1	Эк-р 2	Эк-р 3				ВЛ-1	ВЛ-2	ВЛ-3
12	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	2СБШ-200	**800**	100	0,8	1,0	1,4
13	ЭКГ-15	ЭКГ-10	ЭКГ-10	СБШ-320	500	20	1,6	1,6	1,2
14	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-10	СБР-160	300	50	2,0	2,0	1,8
15	ЭКГ-8Н	ЭКГ-10	ЭКГ-12	СБШ-250 МН	800	100	1,0	1,2	1,4
16	ЭКГ-10	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	СБШ-250	200	20	1,2	1,4	1,4
17	ЭКГ-12У	ЭКГ-10	ЭКГ-10	2СБШ-200	500	50	1,6	1,6	1,2
18	ЭКГ-5У	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБР-160	800	20	1,0	1,2	1,4
19	ЭКГ-15	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	2СБШ-200	800	20	1,5	1,7	1,6
20	ЭКГ-10	ЭКГ-12	ЭКГ-12	СБШ-320	500	50	0,8	1,0	1,2
21	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-8И	ЭКГ12,5	СБШ-250МН	500	20	1,8	2,0	1,4
22	ЭВГ-6	ЭКГ-8	ЭКГ-12,5	СБШ-250МН	350	20	1,8	1,6	1,4
23	ЭВГ-15	ЭКГ-12,5	ЭКГ-12,5	СБШ-320	140	50	1,4	1,6	1,2
24	ЭКГ-8	ЭКГ-8	ЭКГ-10	СБШ-250	800	50	0,6	0,8	1,2
25	ЭКГ-8И	ЭКГ-10	ЭКГ-12,5	2СБШ-200	500	20	1,2	1,4	1,4
26	ЭШ-6/60	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБО-2	200	20	1,0	1,2	0,8
27	ЭШ-10/60А	ЭКГ-8	ЭКГ-8	2СБШ-200	500	50	0,80	1,0	1,4
28	ЭШ-10/70	ЭКГ-12,5	ЭКГ-12,5	СБР-160	800	20	0,6	0,8	1,2
29	ЭШ-14/75	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	2СБШ-200	400	50	1,0	1,2	1,4
30	ЭШ-15/90А	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6Б	СБШ-320	500	50	1,5	1,7	1,6
31	ЭШ-4/40	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	СВБ-2М	180	20	1,0	1,2	1,4
32	ЭШ-5/45М	ЭКГ-12,5	ЭКГ-12,5	2СБШ-200	800	100	1,6	1,6	1,2
33	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-12,5	ЭКГ-12,5	СБШ-320	500	20	1,0	1,2	1,4
34	ЭКГ-8	ЭКГ-10	ЭКГ-8	СБР-160	300	50	0,8	1,0	1,4
35	ЭКГ-10	ЭКГ-12,5	ЭКГ-10	СБШ-320	800	100	1,8	1,6	1,4

36	ЭКГ-10	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	СБУ-160	350	20	1,0	1,2	0,8
37	ЭШ-6/60	ЭКГ-10	ЭКГ-10	СБО-2	200	100	1,2	1,4	1,4

Варианты заданий к контрольной работе (продолжение табл.1)

№ варианта	Тип экскаватора			Тип бур. станка (БС)	Мощ-ность дв-ля насоса (НС), кВт	Мощ-ность лампы ДКсТ, кВТ	Протяженность ВЛ, км		
	Эк-р 1	Эк-р 2	Эк-р 3				ВЛ-1	ВЛ-2	ВЛ-3
38	ЭВГ-6	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБШ-250	500	50	1,6	1,6	1,2
39	ЭШ-10/70	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	2СБШ-200Н	350	20	2,0	2,0	1,8
40	ЭШ-14/75	ЭКГ-12,5	ЭКГ-12,5	СВБ-2М	800	50	0,8	1,8	1,5
41	ЭВГ-6	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБР-160	300	10	0,5	1,0	0,8
42	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	ЭШ-6/60	2СБШ-200	300	50	0,6	0,8	1,0
43	ЭШ-4/40	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБУ-160	500	20	1,0	1,3	1,5
44	ЭКГ-8И	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-8И	СБШ-250	300	20	0,8	1,0	1,2
45	ЭШ-5/45М	ЭВГ-6	ЭКГ-8И	СБР-160	630	50	1,2	1,5	1,3
46	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-8	СБО-2	250	50	1,5	1,7	1,8
47	ЭШ-10/60	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6Б	СБУ-160	500	20	0,6	0,8	1,2
48	ЭШ-6/60	ЭКГ-8	ЭКГ-8	2СБШ-200Н	300	20	0,8	1,0	1,0
49	ЭКГ-8	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6Б	СБШ-250	500	50	1,0	1,2	1,4
50	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	ЭКГ-8И	СБШ-250	800	20	0,5	0,7	1,0
51	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6Б	ЭШ-10/70А	СБР-125	150	50	1,2	1,4	0,8
52	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	ЭВГ-15	СВБ-2М	200	20	1,4	1,6	1,2
53	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	СБШ-250МН	100	50	1,5	1,8	1,3
54	ЭКГ-8И	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-8И	2СБШ-200Н	300	20	1,2	1,6	1,0
55	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6Б	ЭШ-5/45	2СБШ-200	240	10	1,8	1,4	1,0
56	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	ЭВГ-35/65М	СБШ-320	300	50	1,6	1,8	1,6
57	ЭКГ-4,6	ЭКГ-4,6	ЭШ-10/60А	СБР-160	240	20	1,8	1,6	0,8
58	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	ЭКГ-12,5	СБО-2	200	50	1,6	1,4	1,0
59	ЭВГ-6	ЭКГ-8	ЭВГ-6	СБШ-250	100	20	1,8	1,5	1,2
60	ЭКГ-5А	ЭКГ-4,6Б	ЭШ-6/60	СБУ-160	300	20	1,8	1,2	1,6

Примечания: 1) длину экскаваторного кабеля принять 250 м;
2) длину кабеля для бурового станка принять 120 м.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.32.02 ПОДЗЕМНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Автор: Потапов В.В., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Горного дела	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Валиев Н.Г.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 09.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ……..…….5

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…7

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ…… 11

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……...……..11

ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ…….....11

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..12

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знании должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа - лекционные, практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в деловых играх и дискуссиях, выполнение письменных домашних заданий, Контрольных работ (рефератов и т.п.) и курсовых работ (проектов), докладов и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Подземная геотехнология*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и сдаче *зачета(экзамена)*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Подземная геотехнология*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- подготовка к тестированию;
- подготовка контрольной работы;
- подготовка к зачету(экзамену).

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Основные элементы горнопромышленного комплекса

1.Как классифицируются горные породы по происхождению?

2.Поясните термины: полезное ископаемое, пустая порода, месторождение полезного ископаемого.

3.Дайте определение и нарисуйте следующие формы залегания полезных ископаемых: пласт, жила, линза, шток, гнезда.

4.Дайте определение и нарисуйте следующие виды геологических нарушений: складчатость, сброс, взброс.

5.Поясните элементы залегания пластов.

6.Поясните классификацию угольных пластов по мощности и углу падения.

7.Дайте определение запасам: геологическим, балансовым, промышленным.

8.Как определяются коэффициенты потерь и извлечения?

9.Назовите стадии разработки месторождений полезных ископаемых.

10.Назовите виды горнодобывающих предприятий и дайте им характеристику.

11.Назовите наиболее важные процессы по обеспечению добычи полезных ископаемых подземным способом.

12.Назовите достоинства и недостатки открытых горных работ.

Тема 2. Основы разрушения горных пород

1.Дайте определение терминам: производственный процесс, рабочий процесс, горные работы.

2.Назовите способы выполнения горных работ и условия их применения.

3.Охарактеризуйте свойства горных пород, влияющие на эффективность механического разрушения.

4.Поясните разрушение угля комбайнами и стругами.

5.Поясните сущность гидравлического разрушения пород и угля и условия его применения.

6.Охарактеризуйте взрывной способ разрушения горных пород.

7.Назовите методы ведения взрывных работ.

8.Поясните шпуровой метод взрывных работ.

9.Как классифицируются промышленные взрывные вещества?

10.Поясните устройство электродетонатора.

11.Поясните основные меры безопасности при ведении взрывных работ в шахте.

Тема 3. Проведение подземных горных выработок

1.Поясните расчет нагрузки на крепь горной выработки на основе гипотезы М.М. Протодьяконова.

2.Как проявляется горное давление в горных выработках?

3.Из каких материалов изготавливают крепи для горных выработок?

4.Какие требования предъявляются к крепям горных выработок?

5.Нарисуйте конструкцию деревянной крепи горной выработки.

6.Нарисуйте конструкцию металлической трехзвенной арочной крепи из спецпрофиля.

7.Поясните принцип работы анкерной крепи.

8.Как определяются размеры поперечного сечения подготовительной выработки?

9. Назовите величины регламентированных "Правилами безопасности" минимальных площадей поперечного сечения горных выработок.

10.Поясните основные виды врубов при взрывном способе проходки выработок.

11.Какие основные правила безопасности необходимо соблюдать при ведении буровзрывных работ в проходческом забое?

12.Какие средства механизации применяются для погрузки отбитой породы?

13.Поясните комбайновый способ проведения горных выработок.

14.Поясните особенности проведения наклонных горных выработок.

15.Что такое технологический паспорт проведения горной выработки?

Тема 4. Основы подземной разработка пластовых месторождений

1.Назовите основные стадии разработки месторождений полезных ископаемых.

2.Поясните деление шахтного поля на этажи, панели, блоки.

3.Поясните основные способы вскрытия шахтных полей.

4.Назовите основные схемы вскрытия шахтных полей и поясните условия их применения.

5.Поясните индивидуальную и групповую подготовку пластов.

6.Поясните назначение и основные камеры околоствольных дворов.

7.Что включает в себя технологический комплекс поверхности шахты?

8.Назовите процессы и технологические схемы механизированной выемки угля.

9.Дайте общую характеристику современным угольным комбайнам.

10.Поясните общее устройство механизированной крепи.

11.Что входит в состав очистного механизированного комплекса?

12.Как классифицируются породы кровли угольных пластов?

13.Что такое горное давление и как оно проявляется в очистном забое?

14.Поясните сущность и способы управления горным давлением.

15.Какие рабочие процессы входят в состав выемочного цикла в очистном забое и в какой последовательности они выполняются?

16.Что такое система разработки.

17.Нарисуйте и объясните систему разработки длинными столбами по простиранию при панельной подготовке пласта.

Тема 5. Основы подземной разработки рудных месторождений

1.Дайте определение руде, рудной массе, понятии «разубоживание»

2.Поясните основные особенности разработки рудных месторождений.

3.Поясните основные способы и схемы вскрытия рудников.

4.Назовите и охарактеризуйте основные способы отбойки руды.

5.Поясните основные способы управления кровлей при разработке руд.

6.Назовите основные системы разработки рудных тел и поясните их сущность.

7. Назовите классы систем разработки рудных месторождений.

8. Назовите основные производственные процессы очистной выемки.

9. Порядок вскрытия этажей. Достоинства и недостатки вскрытия концентрационными квершлагами.

10. Приведите классификацию рудных месторождений по мощности рудного тела.

11. Выбор системы разработки. Факторы, влияющие на выбор системы разработки.

12. Состав производственных процессов и их взаимосвязь.

13. Порядок и способы очистной выемки в этаже

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и

выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение

основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой

накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;

– работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
– просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки;
– подготовка публичных выступлений;
– составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа – это письменная работа, выполняемая студентами самостоятельно, преимущественно по общим математическим и естественнонаучным, а также специальным дисциплинам, в которой, как правило, решаются конкретные задачи.

Цель контрольной работы – оценка качества усвоения студентами отдельных, наиболее важных разделов, тем и проблем изучаемой дисциплины, умения решать конкретные теоретические и практические задачи.

Контрольная работа, как правило, имеет аналитическую или описательную части, может решать проблемные ситуации путем проведения численного моделирования или расчетов, в том числе с использованием ПК. По типу они могут иметь характер задач, расчётов, алгоритмов, программ и т.п.

Контрольные работы выполняются студентами самостоятельно в соответствие с учебным планом.

Структура контрольной работы зависит от специфики изучаемой дисциплины. В общем виде контрольная работа должна содержать: титульный лист, введение, основную часть и заключение.

Во введении приводится формулировка контрольного задания, кратко излагается цель контрольной работы, место и роль рассматриваемого вопроса (проблемы) в изучаемой учебной дисциплине.

Основная часть контрольной работы должна, как правило, содержать основные определения, обоснования и доказательства, описание методики расчёта (формулы), а также иметь ссылки на используемые источники информации. Материал работы и ее отдельные положения должны быть взаимосвязаны. Основная часть может также включать анализ теории вопроса по теме контрольной работы. Здесь же приводятся исходные данные и значения параметров в соответствии с заданием на контрольную работу. После этого излагается ход рассуждений, описывается последовательность расчётов, приводятся промежуточные доказательства и результаты решения всей поставленной задачи.

В заключении формулируются краткие выводы по выполненной контрольной работе, а в её конце приводится список использованных источников информации.

Контрольные работы обучающихся выполняются согласно учебному графику и сдаются преподавателю за месяц до защиты контрольной работы. Преподаватель делает отметку о приеме работы в графике сдачи контрольных работ.

Ведущий преподаватель после проверки на титульном листе ставит оценку («зачтено» или «не зачтено») и подписывается. Выявленные в ходе проверки преподавателем замечания фиксируются на полях работы. Контрольные работы, выполненные с нарушением установленных требований, а также их ксерокопии к рассмотрению не принимаются.

Типичными ошибками, допускаемыми обучающихся при подготовке контрольной работы, являются:

– содержание работы не соответствует цели и поставленным задачам контрольной работы;

– нарушение требований к оформлению контрольной работы;

– использование информации без ссылок на источник;

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету(экзамену)* по дисциплине «*Подземная геотехнология*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины *Подземная геотехнология*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете(экзамене)* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете(экзамене)* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету(экзамену)* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра шахтного строительства

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

для решения расчётно-графических работ
по дисциплине
«Строительная геотехнология»

Екатеринбург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Выбор типа крепи и определение её прочных размеров…….3

1.1 Общие положения…….3

1.2 Выбор формы и определение размеров поперечного сечения горных выработок…….4

2. Организация горнопроходческих работ……..11

2.1. Общие положения……..11

2.2. Определение объёмов работ……..12

2.3. Проектирование цикличной организации работ…….13

Приложение 1: Нормы времени основных технологических процессов…….18

Исходные данные……..20

Список литературы……23

1. ВЫБОР ТИПА КРЕПИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЁ ПРОЧНЫХ РАЗМЕРОВ

1.1. Общие положения

Крепь горных выработок является несущей конструкцией, возводимой для предотвращения обрушения окружающих выработку пород и сохранения проектных размеров выработки на период её эксплуатации.

Тип, размеры и материал крепи должны соответствовать горно-геологическим условиям и сроку службы выработки. Стоимость сооружения и ремонта крепи за весь период её службы должны быть минимальными.

Деревянную крепь рационально применять при установившемся умеренном горном давлении в выработках со сроком службы 2-3 года, а при пропитке крепи антисептиками – до 5-6 лет. Несущая способность деревянной крепи составляет 0,03 – 0,05 МПа.

Металлическая крепь широко используется для крепления капитальных и подготовительных горных выработок вследствие её высокой несущей способности, долговечности, огнестойкости и возможности повторного использования. Она применяется при сроке службы выработки от 3 до 25 лет. Выработки обычно крепят арочной податливой трёхзвенной (КПМ-А3) или пятизвенной (КПМ-А5) крепями из спецпрофиля СВП.

Монолитную бетонную (железобетонную) крепь применяют при проведении капитальных горных выработок с большим сроком службы, находящихся вне зоны активного опорного давления в породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова $f = 1 \div 9$. В основном, монолитную бетонную крепь применяют для крепления выработок околоствольных дворов, квершлагов, штреков, капитальных бремсбергов и уклонов, проводимых по слабым породам.

Анкерная крепь – это пространственная система стержней (анкеров), закреплённых в породном массиве, вмещающем выработку. Обеспечивает возможность использования несущей способности породного массива, снижения материалоёмкости применяемых в сочетании с ней крепей и может использоваться:

– в качестве самостоятельной в квершлагах, полевых штреках, бремсбергах, уклонах и ходках, в выёмочных штреках, вентиляционных сбойках и разного рода нарезных выработках;

– в комбинации с набрызгбетоном в подготовительных выработках, пройденных в трещиноватых породах;

– в качестве временной в сопряжениях горных выработок, камерах и нишах, с последующим креплением их подпорной крепью;

– как средство борьбы с пучением почвы – в необводненных породах капитальных и подготовительных выработок, находящихся вне зоны влияния очистных работ.

К породам, в которых целесообразно использовать анкерные крепи, относятся глинистые сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки и другие скальные породы, коэффициент крепости которых по шкале проф. М. М. Протодьяконова не ниже 4.

Набрызгбетон применяется для крепления горных выработок, проведённых в крепких устойчивых породах с $f \geq 9$, в сочетании с анкерной крепью - может применяться для пород с $f = 6 \div 9$.

Крепь из железобетонных тюбингов применяют в капитальных горных выработках, расположенных вне зоны влияния очистных работ, при нагрузке на крепь до 150 – 200 кПа. Основное преимущество данного вида крепи – высокая степень надёжности. Крепь способна воспринимать нагрузку сразу после её установки.

1.2. Выбор формы и определение размеров поперечного сечения горных выработок

Выбор формы поперечного сечения горных выработок производится в зависимости от материала, конструкции крепи, величины и направления горного давления, физико-механических свойств горных пород, пересекаемых выработкой, назначения и срока службы выработки.

Основные формы поперечного сечения горизонтальных и наклонных выработок приведены на рис. 1.1.

Трапециевидная **(а)** – при рамной крепи (деревянной, металлической, железобетонной) и при небольшом боковом давлении.

Арочная **(б, в)** – при креплении выработок арочной металлической или железобетонной крепью для большого давления со стороны свода и небольшого бокового.

Сводчатая (вертикальные стены и коробовый свод) **(г)** – при креплении выработок монолитной бетонной или железобетонной крепью, набрызгбетонной, анкерной, комбинированной (анкерная и набрызгбетон; анкерная, металлическая сетка и набрызгбетон) для восприятия большого давления со стороны кровли или без крепления в устойчивых крепких породах.

Подковообразная **(д)** – при креплении выработок монолитной бетонной, железобетонной, каменной, металлической крепью для восприятия значительного давления со стороны кровли и боков.

Шатровая **(е)** – при креплении выработок монолитной бетонной или железобетонной крепью, анкерной крепью, комбинированной (анкерная крепь и набрызгбетон; анкерная крепь, металлическая сетка и набрызгбетон), при проведении выработок в удароопасных породах.

Круглая **(ж)** – при замкнутой кольцевой крепи для восприятия всестороннего давления в слабых и неустойчивых породах.

Эллипсовидная **(з)** – при креплении выработок монолитной бетонной или железобетонной крепью, каменной, металлической, анкерной и набрызгбетонной в условиях, когда горизонтальные напряжения в 1,5–2,0 раза

превышают вертикальные, а также при проведении выработок в удароопасных породах.

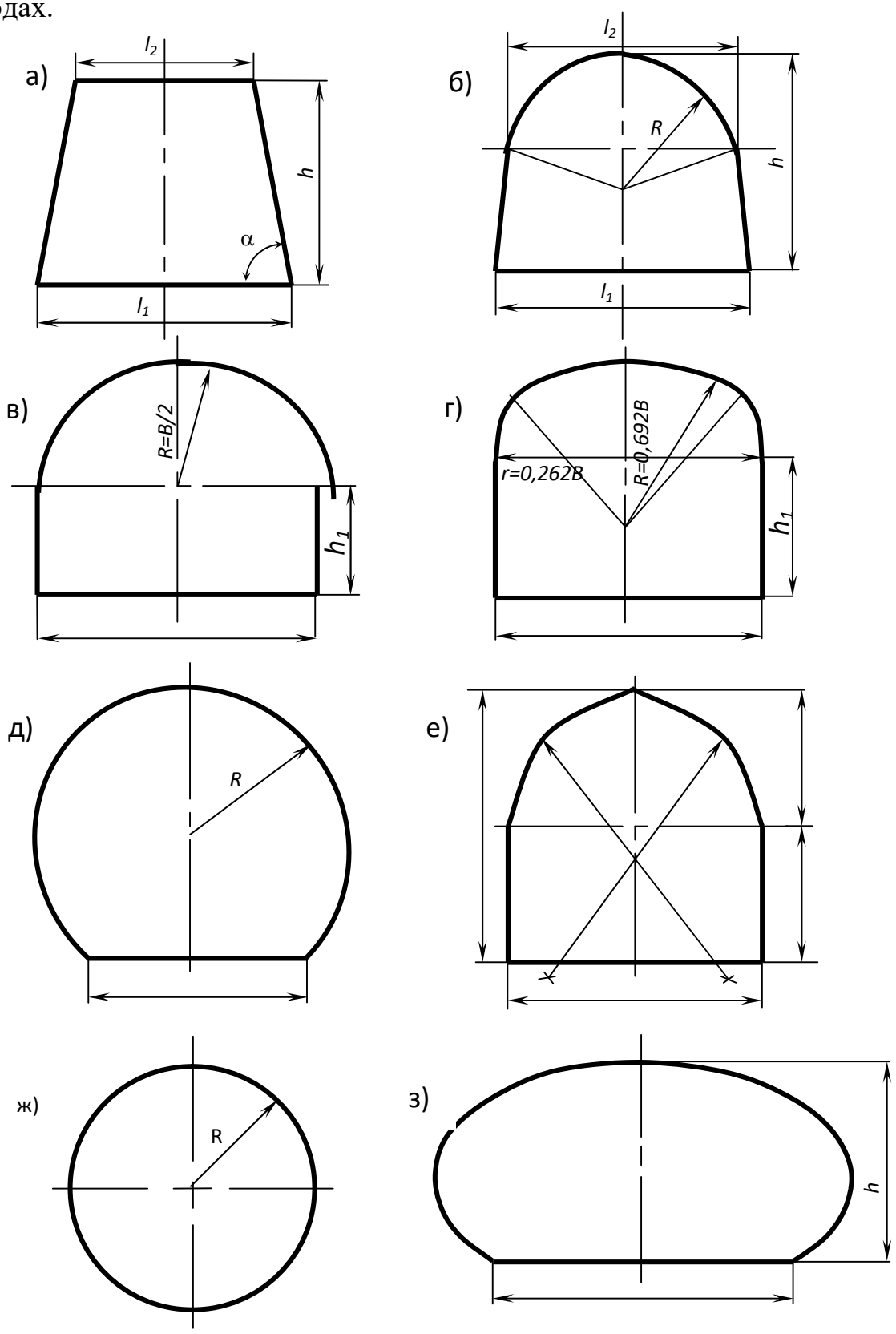


Рис. 1.1. Формы поперечного сечения выработок:

а – трапециевидная; *б, в* – арочная; *г* – сводчатая; *д* – подковообразная;

е – шатровая; *ж* – круглая; *з* - эллипсовидная

Размеры поперечного сечения горизонтальных и наклонных выработок зависят от назначения выработки, габаритных размеров транспортных средств, количества рельсовых путей, безопасных зазоров, назначаемых по требованиям Правил безопасности, и количества воздуха, проходящего по данной выработке.

Размеры поперечного сечения выработки в свету определяются графическим путем. При определении размеров поперечного сечения горных выработок необходимо, в первую очередь, иметь данные о размерах вагонеток, скипов (для наклонных выработок), электровозов (табл. 1.1) и самоходного оборудования, а также выполнять требования Правил безопасности.

Все выработки, по которым производится транспортирование грузов, должны иметь зазоры между крепью или размещёнными в выработках оборудованием и трубопроводами и наиболее выступающей кромкой габарита подвижного состава, не менее 700 мм со стороны прохода людей, а с другой стороны – не менее 250 мм при рамных конструкциях крепи, и 200 мм при сплошных видах крепи. Указанная ширина прохода для людей должна быть выдержана по высоте выработки – не менее 1800 мм от подошвы или тротуара (трапа).

Зазор между встречными электровозами (вагонетками) в двухпутных выработках по наиболее выступающей кромке габарита электровоза (вагонетки) должен быть не менее 200 мм.

Во всех выработках, оборудованных конвейерной доставкой, ширина прохода должна быть с одной стороны от конвейера – не менее 700 мм, а с другой – не менее 400 мм. Расстояние от верхней выступающей части конвейера до верхняка должно быть не менее 500 мм.

В горизонтальных выработках, оборудованных конвейерами и рельсовым транспортом, а также в горизонтальных и наклонных выработках, оборудованных конвейерным и монорельсовым транспортом, зазор между конвейером и крепью должен быть не менее 400 мм, между конвейером и подвижным составом – не менее 400 мм, между подвижным составом и крепью – не менее 700 мм.

При применении самоходного оборудования зазоры между габаритом подвижного состава и крепью выработки со стороны свободного прохода для людей должно быть не менее 1,2 м, а со стороны противоположной свободному проходу – 0,5 м. При устройстве пешеходной дорожки высотой 0,3 м и шириной 0,8 м или при устройстве ниш через 25 м зазор со стороны свободного прохода для людей может быть уменьшен до 1,0 м. Ниши должны устраиваться высотой 1,8 м, шириной 1,2 м, глубиной 0,7 м. Параметры (габаритные размеры) самоходного погрузочно-доставочного оборудования приведены в табл. 1.1.

В наклонных выработках, оборудованных конвейерами и рельсовым транспортом, зазоры между крепью и конвейером, в зависимости от вида крепи,

должны быть 700 мм; между конвейером и подвижным составом – 400 мм; и между подвижным составом и крепью – 200-250 мм. Указанные выше боковые зазоры и проходы должны соблюдаться на высоте не менее 1800 мм.

Габаритные размеры подвижного состава Таблица 1.1

Параметры	Шахтные вагонетки											
	ВГ-0,7	ВГ-1,2	ВГ-1,6	ВГ-2,0	ВГ-2,2	ВГ-2,5	ВГ-3,3	ВГ-4,5А	ВГ-5,6	ВГ-9А	ВГ-10А	УВГ-1,3
Вместимость кузова, $м^3$	0,7	1,2	1,6	2,0	2,2	2,5	3,3	4,5	5,6	9	10	1,3
Основные параметры, мм												
Длина	1250	1850	2700	3070	2950	2760	3450	4100	4200	8000	7300	1500
Ширина	850	1000	850	1250	1200	1240	1240	1350	1350	1350	1800	850
Высота	1220	1300	1200	1200	1300	1300	1300	1550	1550	1550	1600	1300
Колея, мм	600	600,750	600	750,900	600,750	900	900	750,900	900	750,900	750,900	600,750
Аккумуляторные электровозы												
Тип электровоза	4,5АРП-2М	5АРВ-2М	АРИ-7	АРВ-7	АМ8Д	2АМ8Д	АРИ-10	АРИ-14	АРП-28			
Длина по буферам, мм	3300	3480	4200	4200	4550	9470	5500	5865	10870			
Ширина (мм) при размере колеи 600 мм	1000	1000	1050	1050	1045	1045	1060	-	-			
Ширина (мм) при размере колеи 750 и 900 мм	1300	1300	1350	1350	1315	1345	-	1350	1350			
Высота, мм	1310	1450	1500	1500	1415	1415	1650	1650	1650			
Исполнение электрооборудования	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ			
Контактные электровозы												
Тип электровоза	3КР-600	4КР-1	К-10	К-14	КТ-14	КТ-28						
Длина по буферам, мм	2900	3120	5200	5440	5440	12300						
Ширина (мм) по выступающим частям при колее: 600 мм	960	1000	1350	1350	1350	1350						
Ширина (мм) по выступающим частям при колее: 750 и 900 мм	-	1300	1650	1650	1650	1650						
Высота, мм	1400	1515	1650	1650	1650	1650						

Продолжение табл.1.1

Шахтные конвейеры с шириной ленты 800 мм												
Тип конвейера	КЛ 150Д; КЛ 150У	1Л80	1ЛТ80	2П80	2ЛБ80	1ПБ80						
Максимальная ширина, мм	1080	1108	1108	1108	1108	1108						
Подземные автосамосвалы												
	MT2010	MT431B	MT436B	MT436LP	MT42	MT5020	MT6020					
Габариты выработки ширина, высота	4,0 x 5,0	5,0 x 4,5	5,0 x 4,5	5,0 x 3,0	5,0 x 4,5	5,0 x 5,0	5,0 x 5,0					
Грузоподъёмность, кг	20000	28000	33000	33000	42000	50000	60000					
Ёмкость кузова, $м^3$	6,7 - 11	11,5 – 17,5	13,5 – 18,5	13,5 – 18,5	17,5 - 21	21 – 28	25 – 33,5					
Рабочая масса, кг	21000	28000	31000	31000	35000	43000	45000					
Ширина по кузову, мм	2400	2800	3050	3355	3050	3200	3440					
Высота по кабине, мм	2530	2650	2700	2300	2700	2830	2830					
Радиус поворота, макс., мм	7250	8540	7540	8540	8890	9320	9330					

Высота выработки складывается из высоты верхнего строения пути, высоты подвески контактного провода и зазора между контактным проводом и крепью. Рельсовый путь состоит из нижнего и верхнего строения. Нижнее строение - подошва выработки. Высота верхнего строения пути складывается из высоты рельсов, толщины шпал и балластного слоя под ними. Тип рельса зависит от сцепного веса электровоза. Во вспомогательных выработках применяют рельсы типов Р18 и Р24, на главных откаточных выработках – Р33 и Р38. Техническая характеристика рудничных рельсов приведена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Техническая характеристика рудничных рельсов

Тип рельса	Основные размеры рельсов, мм				Теоретическая масса 1 м, кг	Площадь поперечного сечения, $см^2$	Момент инерции, $см^2$
	высота	ширина		толщина шейки			
		подошвы	головки				
Р18	90	80	40	10,0	18,8	23,07	240
Р24	107	92	51	10,5	24,14	32,70	468
Р33	128	110	60	12,0	33,48	42,76	967,98
Р38	135	114	68	13,0	38,40	49,06	1222,54

Шпалы применяют деревянные и железобетонные. Их укладывают на расстоянии 700 мм друг от друга на балласте из гравия или щебня. Толщина балласта составляет 200 мм при рельсах типа Р33 и 190 мм - при Р24; шпалы укладывают в балласт на 2/3 высоты. В выработках с углом наклона более 10^0 шпалы укладываются в поперечные канавки на 2/3 высоты.

На 1 км одноколейного пути требуется около 350-400 $м^3$ балласта.

При ширине колеи 600 мм укладывают шпалы длиной 1200-1300 мм, при ширине колеи 900 мм – длиной 1500-1700 мм. Толщина деревянных шпал составляет 120-140 мм, железобетонных – 130 мм; ширина верхней постели - 100-140 мм, нижней – 190-230 мм.

Высота верхнего строения пути увеличивается от 320 мм при рельсах Р18 до 400 мм при рельсах Р38.

Высота подвески контактного провода должна быть не ниже 2 м от головок рельсов, а при механической доставке людей по выработке или при наличии отдельных выработок, либо отделения для передвижения людей – на высоте не менее 1,8 м. В местах подвески расстояние контактного провода от верхняка крепи должно быть не менее 0,2 м.

Установленные Правилами безопасности зазоры должны выдерживаться в течение всего срока службы выработки. В связи с этим выработки, подверженные влиянию очистных работ и закрепляемые податливыми крепями, должны иметь первоначальные размеры на 10-20 % больше, чем это требуется в соответствии с вышеприведенными условиями.

Размеры поперечного сечения выработки в свету в зависимости от ее формы могут быть определены по формулам, приведенным в табл.1.3.

Таблица 1.3

Формулы к определению поперечного сечения выработки

Форма поперечного сечения выработки	Площадь поперечного сечения в свету	Периметр выработки в свету
Трапециевидная (см. рис.1.1, а)	$[(l_1+l_2)/2]h$	$l_1+l_2+(2h/\cos\alpha)$
Арочная (см. рис.1.1, б)	$[(l_1+l_2)/2]h+1{,}23R^2$	$l_2+2{,}03h+2{,}79R$
Арочная (см. рис.1.1, в)	$B\,(h_1 + 0{,}39B)$	$2h_1 + 2{,}57\,B$
Сводчатая с коробовым сводом (см. рис.1.1, г)	$B\,(h_1 + 0{,}26B)$	$2h_1 + 2{,}33\,B$
Шатровая (см. рис.1.1, е)	$BH_{ст} + 0{,}35\,B^2$	$2H_{ст} + 1{,}45\,B$

Примечание: h - высота от уровня балласта до верхняка (кровли выработки);
l_1, l_2, α, R, h_1, B, $H_{ст}$ (см. рис.1.1).

Полученную площадь поперечного сечения выработки в свету проверяют на скорость движения вентиляционной струи

$$V_{max} = \frac{Q}{S_{св}} \geq V_{min}, \qquad (1.1)$$

где V_{max} – максимально допустимая скорость движения воздушной струи, для откаточных квершлагов и штреков, бремсбергов, уклонов – 8 м/с; 6 м/с – для остальных выработок;

Q – количество воздуха, проходящего по данной выработке, м^3/с;

$S_{св}$ – площадь поперечного сечения выработки в свету, м^2;

V_{min} – минимальная скорость движения воздуха – 0,25 м/с.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ

2.1. Общие положения

Цикличная организация горнопроходческих работ предусматривает выполнение рабочих процессов, входящих в проходческий цикл, в определенной технологической последовательности, на установленную величину подвигания забоя и в заданные сроки.

При проведении горных выработок все рабочие процессы делятся на основные и вспомогательные. К основным рабочим процессам относятся те, в результате которых получается готовая выработка.

К вспомогательным относятся процессы, обеспечивающие нормальное выполнение основных процессов.

Характер и число основных процессов зависит от принятого способа проходки, который определяется физико-механическими свойствами пересекаемых пород. При проведении выработки по крепким породам к основным проходческим процессам относят: бурение и взрывание шпуров, погрузку породы, возведение крепи. К вспомогательным относят: транспортирование породы, доставку и разгрузку крепёжных материалов, удлинение труб вентиляции, сжатого воздуха и воды, наращивание кабелей, настилку рельсового пути, переноску маневровых транспортных приспособлений и т.д.

В зависимости от принятой организации работ основные проходческие процессы выполняются последовательно или частично параллельно.

Совокупность основных и вспомогательных процессов, необходимых для подвигания забоя на определённую величину, составляет проходческий цикл.

Время, в течение которого выполняются все необходимые процессы, называется продолжительностью цикла.

Проектирование цикличной организации работ при проходке горных выработок с возведением временной крепи включает три стадии:

1) проектирование цикличной организации работ по выемке породы в забое выработки и возведению временной крепи;

2) проектирование цикличной организации работ по возведению постоянной крепи;

3) увязка между собой организации работ по выемке породы и возведению постоянной крепи, разработка совмещённых суточных и месячных графиков, а также графика проходки выработки на полную ее длину.

Расчёту и составлению графика цикличной организации работ предшествует выбор целесообразного способа проведения выработки и средств механизации, установление сечения выработки, паспорта буровзрывных работ и паспорта крепления.

2.2. Определение объёмов работ

Определяют объём работ на один цикл по каждому рабочему процессу.

Объём уборки породы вычисляется по формуле:

$$V_{уб} = l_{ух} \cdot S_{вч} \cdot k_р, м^3 \quad (2.1)$$

$$, м \quad (2.2)$$

где $S_{вч}$ – площадь сечения выработки вчерне;

$k_р$ – коэффициент разрыхления породы.

$l_{ух}$ – уходка забоя за цикл, м

$l_ш$ – длина шпуров.

η – коэффициент использования шпуров К.И.Ш. (при f = 2÷6 К.И.Ш. = 0,95; при f = 6÷12 К.И.Ш. = 0,9; при f =12÷20 К.И.Ш. = 0,85);

Объём бурения шпуров вычисляется по формуле:

$$, м^3 \quad (2.3)$$

где n – количество шпуров;

Объём крепления определяется по формулам:

– для набрызгбетонной крепи:

$$V_{н/б} = (Р – В) \cdot l_{ух}, м^2 \quad (2.4)$$

где Р – периметр выработки;

В – ширина выработки;

– для анкерной крепи:

$$V_{анк} = n_р \cdot (l_{ух} / l_{шаг}), \quad (2.5)$$

где $n_р$ – количество рядов анкеров, принимается по построению с учётом шага;

– для монолитной бетонной крепи:

$$V_{бет} = (Р – В) \cdot l_{ух} \cdot t, \quad (2.6)$$

где t – толщина монолитной бетонной крепи.

– для металлической рамной крепи:

$$V_{рам} = l_{ух} / l_{шаг}, \quad (2.7)$$

Соотношение $l_{ух} / l_{шаг}$ округляется в большую сторону.

2.3. Проектирование цикличной организации работ

Расчёт организации проходческого цикла ведется следующим образом. Исходя из скорости проходки, определяют максимально допустимую продолжительность цикла:

$$T_ц = t_c \cdot a \cdot n_c \cdot l_{ух} / V_{мес}\,, \qquad (2.8)$$

где $T_ц$ – максимально допустимая продолжительность цикла;

t_c – продолжительность рабочей смены;

a – количество рабочих дней в данном месяце;

n_c – число рабочих смен в сутки;

$l_{ух}$ – подвигание забоя на один цикл, м.

$V_{мес}$ – заданная месячная скорость проходки, м (не менее нормативной – СНиП 3.02.03-84, табл. 2.1).

Таблица 2.1

Технические скорости проходки горных выработок (СНиП 3.02.03.84)

Вид горных выработок и работ	Скорость выполнения работ, м/мес
Стволы: наклонные	50
Околоствольные дворы и камеры (на один забой) и сопряжения выработок (на одно сопряжение) *	400*
Квершлаги и штреки полевые	70
Штреки по полезному ископаемому и с подрывкой породы	110
Наклонные выработки, проводимые снизу вверх по полезному ископаемому с подрывкой породы	95
То же полевые	70
Наклонные выработки, проводимые сверху вниз по полезному ископаемому с подрывкой породы	80
То же полевые	60
Капитальные рудоспуски и восстающие	45
* - $м^3$ / мес	

Примечания: 1. При проведении горизонтальных и наклонных горных выработок проходческими комбайнами нормативную скорость следует увеличивать на 50%, а в случае проходки выработок буровзрывным способом без возведения крепи - на 30%.

2. В зависимости от горно-геологических условий, места и назначения, форм и размеров выработок, типа крепи допускается уменьшение нормативной скорости:

- при проведении участков выработок, где прогнозируется суфлярное выделение метана (водорода), горные удары, выбросы породы, угля и газа, прорывы воды и плывунов - на 30%;
- при проведении выработок с обратным сводом, а также выработок с действующего горизонта - на 20%;
- при сильном капеже непрерывными струями в горизонтальных и наклонных выработках - на 15%;
- при возведении монолитной бетонной и железобетонной крепи в горизонтальных и наклонных выработках - на 10%.

3. В условиях, когда может быть принято несколько понижающих коэффициентов, принимается только один из них, наиболее соответствующий конкретным условиям.

Определив максимально допустимую продолжительность цикла, необходимо принять длительность цикла в проектируемом графике, равную или меньшую максимально допустимой и кратную продолжительности одной или нескольких смен.

По выбранной продолжительности цикла t_1 определяют количество циклов в сутки n_c.

По каждому рабочему процессу (бурение шпуров, уборка породы, возведение постоянной крепи), входящему в цикл, определяют трудоёмкость путем умножения объёма работ на принятую норму времени:

$$q = V \cdot H_{вр}\,, \tag{2.9}$$

где $H_{вр}$ – норма времени на каждый рабочий процесс, принимается по действующему сборнику Единых норм и расценок (Приложение 1).

V – объём работ по каждому рабочему процессу.

Определяют суммарную трудоёмкость на один цикл, равную сумме трудоёмкостей по отдельным рабочим процессам:

$$\sum_{i=1}^{n} q_i = q_1 + q_2 + ... + q_n\,. \tag{2.10}$$

Исходя из суммарной трудоёмкости на один цикл и продолжительности цикла (в сменах), определяют число рабочих в смену делением суммарной трудоёмкости на продолжительность цикла в сменах (делают округление в меньшую сторону) по формуле:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{t_1}\,, \tag{2.11}$$

где n – число рабочих в смену;

$\sum_{i=1}^{n} q_i$ – суммарная трудоёмкость на один цикл, чел. час.;

t_1 – продолжительность цикла, час.

Определяют процент выполнения нормы выработки или нормы времени делением суммарной трудоёмкости на принятое количество рабочих на один цикл:

$$K = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{n_1} \right) \cdot 100\%\,, \tag{2.12}$$

где К – процент выполнения нормы ($100 < K < 125\%$).

Если К<100%, необходимо несколько увеличить принятую ранее глубину шпуров, тогда увеличится и объём бурения и объёмы уборки породы и крепления, а значит, и суммарная трудоёмкость $\sum_{i=1}^{n} q_i$.

Принятое число рабочих на цикл:

$$n_1 = n \cdot t_1 \qquad (2.13)$$

Определяют продолжительность выполнения отдельных рабочих процессов по формуле:

$$t = q / (n_2 \cdot K_1), \qquad (2.14)$$

где t – продолжительность выполнения данного рабочего процесса, ч.;

q – трудоёмкость данного рабочего процесса, чел. час.;

n_2 – количество рабочих, занятых выполнением данного рабочего процесса. При последовательном выполнении рабочих процессов $n_2 = n$;

K_1 – коэффициент выполнения нормы, $K_1 = 0{,}01К$.

Таким способом определяют продолжительность отдельных рабочих процессов в том случае, когда они выполняются последовательно.

При параллельном выполнении рабочих процессов расчёт ведут следующим образом. Определяют время выполнения каждого рабочего процесса, причем возможны два случая: а) когда время одного и другого параллельно выполняемых процессов полностью совпадает; б) когда время выполнения отдельных процессов различно. В последнем случае рабочий или группа рабочих, закончив выполнение одного процесса, приступают к выполнению другого, который еще не начинался в данном цикле, или присоединяются к рабочим, продолжающим выполнять процесс, параллельный с законченным.

Для определения продолжительности параллельно выполняемого процесса расчёт ведут следующим образом.

Выражают трудоёмкость процесса q_1, имеющего большую продолжительность в человеко-часах. Если продолжительность другого параллельно выполняемого процесса обозначить t_2, количество рабочих, занятых выполнением данного процесса – n_3 и количество рабочих, выполняющих более продолжительный процесс – n_4, то за время, затраченное на выполнение рабочего процесса, имеющего продолжительность t_2 ч., количество рабочих n_4 выполнят работу по параллельному процессу по трудоёмкости равную:

$$q_2 = t_2 \cdot n_4 \cdot K_1 , \qquad (2.15)$$

где K_1 – коэффициент выполнения нормы.

Следовательно, после того, как n_3 рабочих заканчивают процесс, имеющий меньшую продолжительность t_2 и присоединяются к n_4 рабочим, выполняющим более продолжительный процесс, им еще предстоит выполнить работу по более продолжительному процессу, по трудоёмкости равную q_3 чел.-час.

$$q_3 = q_1 - q_2. \quad (2.16)$$

Эту работу все рабочие, т.е. $(n_3 + n_4)$, выполнят за время

$$t_3 = q_3 / ((n_3 + n_4) \cdot K_1) . \quad (2.17)$$

Определяют фактическую продолжительность цикла

$$T'_1 = t_1 + t_2 + ... + t_n, \quad (2.18)$$

где t_1, t_2, t_n – продолжительность выполнения отдельных рабочих процессов.

Определяют время вспомогательных процессов (заряжание, проветривание, приведение забоя в безопасное состояние):

$$T_в = t_3 + t_п + t_{пзб} \quad (2.19)$$

где t_3 – время заряжания шпуров;

$t_п$ – время проветривания забоя выработки (не более 30 мин)

$t_{пзб}$ - время приведения забоя в безопасное состояние (не более 15-20 мин в начале каждой смены)

Время на заряжание может быть определено по формуле:

$$t_3 = (N \cdot t_ш) / n_{зр}, \quad (2.20)$$

где N – количество шпуров в забое, шт;

$t_ш$ – время на заряжание одного шпура, ч. (обычно принимается от 2,5 до 5 мин.);

$n_{зр}$ – число рабочих, занятых на заряжании шпуров.

Так как время вспомогательных процессов учтено в нормах выработки или времени, удельный вес основных рабочих процессов определяют по формуле:

$$K_2 = [(T'_1 - T_в) / T'_1] \cdot 100\%, \quad (2.21)$$

где K_2 – удельный вес основных рабочих процессов, %;

$T_в$ – продолжительность вспомогательных процессов, ч.;

T'_1 – фактическая продолжительность цикла, ч.

Определяют чистое время выполнения отдельных рабочих процессов из выражения:

$$t' = (t \cdot K_2) / 100. \quad (2.22)$$

Проверяют продолжительность цикла:

$$T''_1 = t_1 + t_2 + ... + t_n + t_3. \quad (2.23)$$

$$T''_1 = T'_1. \quad (2.24)$$

По полученным данным строят график цикличной организации работ.

В процессе проектирования цикличной организации работ достигнутая месячная скорость строительства горной выработки может превысить нормативную.

Приложение 1 Нормы времени основных технологических процессов

Нормы времени на бурение шпуров

Тип установки	Диаметр патронов ВВ, мм	Категория пород					
		внекатегорная	I	II	III	IV	V
Механизированное бурение (на 10 м шпура)							
БУ-1	32–36	2,3	1,9	1,6	1,3	1,1	0,88
СБУ-2 БУР-2	32–36	2,1	1,7	1,4	1,1	1	0,78
КБМ-3	32–36	-	-	1,2	1	0,88	0,69
БУЭ-1	32–36	1,2	1	0,83	0,67	0,55	0,5
Ручное бурение (на 1 м шпура)							
ПР-54В	45	-	0,29	0,2	0,16	0,14	-
ПП36В	32–36	-	0,42	0,28	0,23	0,2	0,17
	45	-	0,58	0,4	0,29	0,25	0,23
ПП63В	32–36	0,73	0,45	0,3	0,25	0,22	0,18
	45	0,98	0,63	0,43	0,31	0,26	0,24

Нормы времени и расценки на уборку 1 $м^3$ породы

Тип машины	Категория пород		
	внекатегорная и I	II-III	IV-VI
1 ППН-5	0,72	0,66	0,59
2 ПНБ-2	0,48	0,43	0,39
1 ПНБ-2	0,51	0,47	0,42
ПНБ-3К	0,29	0,26	0,24
При конвейерной погрузке			
2ПНБ-2	0,32	0,27	0,23
1ПНБ-2	0,36	0,31	0,25

Возведение набрызгбетонной крепи

Наименование работ	Толщина слоя, мм	Поверхности горной выработки	
		Стена	Кровля
Торкретирование поверхностей горных выработок цемент-пушкой типа Ц-630А	20	0,076	0,09
	25	0,09	0,12
	30	0,12	0,14

Возведение анкерной крепи

Крепь	Способ бурения шпуров	Установка штанги				
		В кровлю			В почву	
		Категория пород			Категория пород	
		II	III	IV	III	IV
Стальная штанговая	Перфораторами ПР-30Л, ПР-30К	-	0,59	0,5	0,2	0,18
	Телескопными перфораторами	0,66	0,49	0,38	-	-
Железобетонная штанговая	То же	0,82	0,63	0,48	-	-

Возведение монолитной бетонной крепи

Наименование работ	Толщина крепи, мм					
	До 200		200–300		Свыше 300	
	без подмостей	с подмостей	без подмостей	с подмостей	без подмостей	с подмостей
Ручная укладка бетонной смеси за опалубку						
Укладка бетонной смеси: –в стены	2,6	2,9	2,3	2,4	2	2,1
–в своды	-	4,9	-	3,8	-	-
Механизированная укладка (в стены)						
Укладка бетонной смеси за опалубку	1,6		1,4		1,2	

Возведение рамной крепи

Сечение выработок в проходке, $м^2$	Деревянные затяжки			Железобетонные затяжки		
	Категория пород					
	внекатегорная, I и II	III-IV	V-VII (кроме плывуна)	внекатегорная, I и II	III-IV	V-VII (кроме плывуна)
до 6,5	2,4	2	1,7	2,6	2,3	1,9
6,51-8	2,7	2,4	1,9	3,1	2,6	2,2
8,01-10	3,1	2,7	2,2	3,6	3,1	2,5
10,01-12	3,7	3,3	2,8	4,2	3,6	3,1
12,01-14	4,7	4	3,6	5,2	4,4	3,9
14,01-16	6,7	5,1	4,3	6,4	5,8	4,6

Св. 16	8,9	6,7	5,6	10	7,6	6,7

Приложение 2 Варианты заданий для выполнения практических и контрольных работ

№ варианта	Наименование пород	Коэфф. крепости пород, мощность пласта, м	Категория удароопасности	Кол-во воздуха, $м^3/с$	Оборудование, размер колеи	Кол-во шпуров за цикл, длина шпура	Крепь	
							Вид	Параметры
1	Граниты	14-16	+	75	2 пути ВГ-1,6, 600	65 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,5 м; Шаг 0,7 м Т=6 см
2	Лиственитты	12-14	+	40	1 путь ВГ-2,5, 900	53 2,5	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,8 м; Шаг 0,5 м Т=5 см
3	Известняки	2-5	-	35	1 путь ВГ-10А, 750	30 2,0	Бетонная	Т=250 мм
4	Аргиллиты	4-6	-	40	2 пути УВГ-1,3, 600	32 2,5	Рамная	СВП 33 Шаг 1 м
5	Суглинки	1-3	-	50	1 путь ВГ-5,6, 900	25 2,0	Бетонная	Т=400 мм
6	Скарны	12-14	+	40	1 путь ВГ-9А, 750	71 3,5	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,5 м; Шаг 0,7 м Т=7 см
7	Лиственитты	14-16	+	50	1 путь ВГ-2,5, 900	70 4,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,2 м; Шаг 0,6 м Т=6 см
8	Известняки	4-6	-	45	2 пути ВГ-4,5А, 750	26 3,0	Рамная	СВП 27 Шаг 0,8 м
9	Граниты	12-14	+	35	2 пути ВГ-3,3, 900	62 3,5	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,8 м; Шаг 0,7 м Т=5 см
10	Доломиты	5-7	-	20	1 путь ВГ-5,6, 900	40 3,0	Бетонная	Т=300 мм

11	Порфириты	7-9	+	50	2 пути ВГ-4,5А, 900	45 3,5	Бетонная	Т=250 мм
12	Песчаники	6-8	-	40	2 пути ВГ-2,5, 750	47 2,5	Рамная	СВП 22 Шаг 1,2 м
13	Известняки	4-6	+	20	1 путь ВГ-0,7, 600	30 2,0	Бетонная	Т=350 мм
14	Лиственитты	12-14	-	20	1 путь ВГ-1,2, 750	64 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,7 м; Шаг 0,7 м Т=5 см
15	Известняки	4-6	-	25	1 путь ВГ-1,2, 600	29 2,5	Бетонная	Т=400 мм
16	Диабазы	17-18	+	30	1 путь ВГ-2,0, 900	75 4,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,5 м; Шаг 0,8 м Т=7 см
17	Граниты	14-16	+	40	2 пути ВГ-1,2, 750	69 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,5 м; Шаг 0,5 м Т=6 см
18	Аргиллиты	4-6	+	50	2 пути ВГ-2,5, 900	34 2,0	Рамная	СВП 27 Шаг 1 м
19	Известняки	2-5	-	45	2 пути ВГ-4,5А, 750	30 2,5	Бетонная	Т=400 мм
20	Суглинки	1-3	+	30	1 путь ВГ-2,0, 900	22 2,5	Бетонная	Т=450 мм
21	Скарны	12-14	-	35	1 путь ВГ-2,2, 600	45 4,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,2 м; Шаг 0,7 м Т=5 см
22	Лиственитты	14-16	+	20	1 путь ВГ-0,7, 600	55 3,5	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,8 м; Шаг 0,6 м Т=6 см
23	Граниты	12-14	-	45	2 пути ВГ-9А, 750	63 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,2 м; Шаг 0,5 м Т=7 см
24	Песчаники	6-8	+	60	2 пути ВГ-10А, 900	36 2,5	Рамная	СВП 33 Шаг 0,7 м
25	Порфириты	7-9	-	30	1 путь ВГ-3,3, 900	42 2,0	Рамная	СВП 22 Шаг 1 м

26	Доломиты	5-7	+	60	2 пути ВГ-2,2, 750	32 3,0	Бетонная	Т=250 мм
27	Известняки	4-6	+	50	2 путь УВГ-1,3, 750	27 2,5	Бетонная	Т=300 мм
28	Диабазы	17-18	+	25	1 путь ВГ-1,2, 600	79 4,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,2 м; Шаг 1,0 м Т=6 см
29	Известняки	4-6	-	40	2 пути ВГ-1,6, 600	23 2,0	Бетонная	Т=250 мм
30	Граниты	14-16	-	45	1 путь ВГ-5,6, 900	64 3,5	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,5 м; Шаг 0,7 м Т=7 см
31	Лиственитты	12-14	+	35	2 пути ВГ-1,6, 600	55 3,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,8 м; Шаг 0,6 м Т=6 см
32	Скарны	12-14	+	50	2 пути ВГ-2,5, 900	53 4,0	Анкерная Набрызгбетонная	L=1,6 м; Шаг 0,5 м Т=5 см
33	Суглинки	1-3	-	25	1 путь ВГ-2,0, 750	20 2,5	Бетонная	Т=450 мм
34	Аргиллиты	4-6	+	50	2 пути ВГ-10А, 900	27 2,0	Бетонная	Т=300 мм
35	Известняки	2-5	-	60	2 пути ВГ-9А, 750	25 2,0	Бетонная	Т=350 мм

Примечания: L – длина анкера; Т – толщина набрызгбетонной или бетонной крепи; Шаг – расстояние между рамами или анкерами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахтное и подземное строительство. Проведение горизонтальных и наклонных выработок: Учебное пособие / М. В. Корнилков, В. Е. Боликов, Ю. Н. Осколков, Б. Д. Половов, О. Г. Латышев, Ю. К. Краев, А. Г. Петрушин, Д. А. Черев, М. Н. Волков. Под общ. ред. М. В. Корнилкова. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. – 188 с.
2. Шахтное и подземное строительство: Учебник для ВУЗов – Ш11 2-е изд., перераб. и доп.: в 2 т. / Б. А. Картозия, Б. И. Федунец, М. Н. Шуплик и др. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. – Т.I. – 607 с.
3. Б.Д. Половов «Основы горного дела» часть 2: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 212 с.
4. ЕНиР №36 «Горнопроходческие работы»

Минобрнауки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Канков Е. В.

СТРОИТЕЛЬНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Екатеринбург –2022

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕСИТЕТ

Кафедра шахтного строительства

УТВЕРЖДАЮ:
проректор по УМК

_____доц. С. А. Упоров

«___»_____2022г.

СТРОИТЕЛЬНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Екатеринбург - 2022

Шахтное и подземное строительство: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / Е. В. Канков; Уральский государственный горный университет, кафедра шахтного строительства. - Екатеринбург: 2022. – 15 с.

Материал пособия охватывает все раздела дисциплины в соответствии с учебником [1].

Пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов всех специальностей направления подготовки «Горное дело» по курсу «Шахтное и подземное строительство».

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры шахтного строительства «___»_____2022 г., протокол №_____

© Канков Е.В.
© Уральский государственный горный университет, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5
1. Методические указания к организации самостоятельной работы студента 6
2. Содержание курса. Контрольные вопросы и упражнения 7
3. Курсовая работа №1 19
Курсовая работа №2 20
Курсовая работа №3 21
Курсовая работа №4 22
Рекомендуемая литература.. 24

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста.

По курсу «Строительная геотехнология» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях – освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую учебную программу дисциплины; подготовка и решение тестовых заданий; подготовка и защита контрольных работ. Данное учебно-методическое пособие предназначено для организации второй части самостоятельной работы студентов – освоения отдельных тем дисциплины и выполнение контрольных работ. Контрольные вопросы и упражнения предназначены для подготовки студентов очной и заочной форм обучения.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины *«Строительная геотехнология»*. Она содержит названия 6 основных тем с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Причем в экзаменационный билет может включаться один из вопросов по такой теме. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины на кафедре шахтного строительства имеется тестовая обучающая программа и мультимедийные средства обучения [3]. Эта программа заложена в каждый компьютер дисплейного класса и может быть скопирована студентом для использования на домашнем компьютере.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебнику [1] освойте каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

6. Решите указанные задачи. Условия задач приведены в последнем разделе данного учебного пособия. При затруднении обратитесь за консультацией к преподавателю.

7. Для самоконтроля используйте тестовую обучающую программу

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

Раздел 1. «Строительство горизонтальных и наклонных выработок»

Тема 1.1.Введение. Выбор формы и размеров горных выработок. Крепление горных выработок.

Основы шахтного строительства. Основная терминология в горном деле. Основные типы горных выработок, форм сечений подземных горных выработок. [1, С.11-45]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под горной выработкой?
2. Что изучает научная дисциплина *«Строительная геотехнология»*
3. Перечислите виды крепи и их особенности.
4. От чего зависят размеры поперечного сечения горной выработки?

Тема 1.2.Способы строительства горизонтальных горных выработок.

Технологические схемы строительства горизонтальных горных выработок. Последовательность основных и вспомогательных процессов при проходке горизонтальных выработок. Виды крепей применяемых при проходке горизонтальных горных выработок, их особенности, технологии их возведения. [1, С.477-527].

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие факторы влияют на выбор технологических схем?
2. Опишите последовательность основных и вспомогательных процессов при проходке горизонтальных выработок.
3. Опишите график цикличной организации работ.
4. Какие виды крепей применяют при проходке горизонтальных горных выработок, опишите их особенности, технологии возведения.
5. Классификация технологических схем и оборудования.
6. Опишите основные способы разрушения массива и их особенности.
7. Виды геодезическо-маркшейдерских работ при проходке горизонтальных и наклонных выработок.
8. Схемы вентиляции подземных горных выработок и используемое оборудование.
9. Какое оборудование для уборки и транспортировки горной массы существует?
10. Буровзрывные работы при проходке горизонтальных горных выработок.

Тема 1.3. Способы строительства наклонных горных выработок.

Схемы проведения наклонных горных выработок и их особенности. Оборудование, применяемое при проходке наклонных горных выработок. Особенности проходки наклонных горных выработок. [1, С.461-477].

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Схемы проведения наклонных горных выработок и их особенности.
2. Какое оборудование, применяется при проходке наклонных горных выработок?
3. Опишите особенности проходки наклонных горных выработок.

Тема 1.4. Сооружение камерных выработок.

Особенности камерных выработок и их параметры. Способы и технологические схемы сооружения камерных выработок.[1, С.558-562]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие особенности камерных выработок и их параметры существуют?
2. Какие способы сооружения камерных выработок вы знаете?
3. Какие технологические схемы сооружения камерных выработок существуют?

Тема 1.5.Особенности проходки выработок в удароопасных условиях.

Критерии удароопасности массива горных пород. Особенности проходки выработок в удароопасных условиях. Выбор параметров выработок и крепи.[1, С.562-579]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие особенности проходки выработок различают в удароопасных условиях?
2. Опишите выбор параметров выработок и крепи.
3. Какие критерии удароопасности массива горных пород вы знаете?

Тема 1.6. Особенности проходки выработок в условиях опасных по взрыву газа или пыли.

Особенности применяемого оборудования, взрывчатых материалов и технологических схем при проходке выработок опасных по газу и пыли.[1, С.579-593]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какое оборудование применяют при проходке выработок в условиях опасных по газу и пыли?
2. Какие взрывчатые материалы и технологические схемы применяют при проходке выработок опасных по газу и пыли?

Раздел 2. «Строительство вертикальных стволов»

Тема 2.1. Общие сведения о вертикальных стволах.

Назначение вертикальных стволов и их классификация. Современное состояние строительства. Общие сведения о строительстве горных предприятий. Схемы вскрытия при строительстве подземных рудников. Поверхностный комплекс подземного рудника. Способы проходки шахтных стволов. Технико-экономические показатели строительства вертикальных стволов.[1, С.134-155]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. По каким признакам классифицируются вертикальные стволы?
2. Перечислите схемы вскрытия при строительстве подземных рудников.
3. Назовите этапы строительства горных предприятий.
4. Перечислите способы проходки шахтных стволов.
5. Какое современное состояние строительства горных предприятий?

Тема 2.2. Проходка вертикальных стволов.

Подготовительный период строительства шахт. Технологические схемы проходки стволов шахт. Проходка устья и технологического отхода стволов шахт. Оснащение для проходки стволов. Буровзрывные работы при проходке стволов. Уборка породы при проходке стволов. Возведение крепи при проходке стволов. Вентиляция при проходке стволов. Водоотлив при проходке стволов. Вспомогательное оборудование. Геодезическо-маркшейдерское обслуживание. Контроль качества работ. Организация работ при проходке ствола. Комплексы оборудования для проходки стволов.[1, С.134-154]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите подготовительный период строительства шахт.
2. Перечислите технологические схемы проходки стволов шахт.
3. Какое оснащение необходимо для проходки стволов?
4. Опишите процесс возведения крепи при проходке стволов.
5. Какие схемы проветривания существуют?

Тема 2.3. Сооружение приствольных выработок.

Технологические схемы проходки сопряжений клетевых стволов в различных горнотехнических условиях. Технология сооружения приствольных выработок скиповых стволов.[1, С.246-254]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Дайте определение понятию «сопряжение».
2. Перечислите технологические схемы проходки сопряжений клетевых стволов.
3. Опишите технологию сооружения приствольных выработок скиповых стволов.

Тема 2.4. Армирование вертикальных стволов.

Виды армировки вертикальных стволов. Технологические схемы армирования вертикальных стволов. Технология и организация работ при последовательной схеме армирования. Монтаж трубопроводов и прокладка кабелей в вертикальных стволах.[1, С.154-167]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите виды армировки вертикальных стволов.
2. Перечислите технологические схемы армирования вертикальных стволов.
3. Опишите организацию работ при последовательной схеме армирования.

Тема 2.5. Завершение строительства вертикальных стволов.

Переоснащение ствола с проходческого на постоянное оборудование. Схемы перехода от проходки стволов к проведению горизонтальных выработок

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите процесс переоснащения ствола с проходческого на постоянное оборудование.
2. Перечислите схемы перехода от проходки стволов к проведению горизонтальных выработок.

Раздел 3. «Специальные способы строительства горных выработок и подземных сооружений»

Тема 3.1. Введение. Общие сведения о специальных способах строительства

Область применения специальных способов строительства. Классификация специальных способов строительства. [2,С. 3-4]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Где применяются специальные способы строительства?
2. На какие группы делятся данные способы?
3. Для каких подземных сооружений применяются данные способы?

Тема 3.2. Строительство подземных сооружений с применением ограждающих крепей

Строительство подземных сооружений с помощью шпунтовых ограждений: сущность способа, конструкция ограждения, технология производства работ. Строительство подземных сооружений опускным способом: сущность способа,

конструкция крепления, технология производства работ. Строительство подземных сооружений способом «стена в грунте»: сущность способа, конструкция крепления, технология производства работ.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. В чём технологическая особенность строительства подземных сооружений с помощью шпунтовых ограждений?
2. Опишите конструкции шпунтовых ограждений и зарисуйте их.
3. Что используется копровое оборудование?
4. Какими способами происходит сборка и погружение шпунтин на проектную глубину?
5. Условия применения опускного способа?
6. «Стена в грунте». Опишите сущность метода и где он применяется.
7. Какова последовательность возведения монолитной железобетонной конструкции способа «стена в грунте»?
8. Приведите пример расчёта опускных конструкций.
9. Какие характеристики должен иметь глинистый раствор?
10. Опишите сущность бурового метода возведения стен в грунте.
11. Какие технологический схемы сборных конструкций в способе «стена в грунте» вы знаете? Опишите все способы.
12. Какие достоинства и недостатки сборных конструкций?

Тема 3.3. Строительство подземных сооружений с применением водопонижения

Сущность способа. Водопонижение иглофильтровыми установками. Водопонижение вакуумными установками. Водопонижение скважинами. Электроосмотический способ водопонижения. Расчет водопонизительных установок.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Нарисуйте принципиальную схему водопонижения и расскажите сущность данного метода.
2. По каким критериям была создана классификация способов водопонижения?
3. В каких условиях применяются иглофильтровые установки?
4. Из чего состоит иглофильтровая установка?
5. Принципиальные различия между эжекторными и легкими иглофильтровыми установками?
6. Опишите достоинства и недостатки вакуумных установок.
7. Для чего нужен электродренаж?
8. Изобразите схему электроосматического водопонижения.
9. Какие принципиальные конструкции водопонизительных скважин?

10.Какими бывают основные конструктивные типы фильтров?

11. Приведите пример расчёта водопонизительных установок.

Тема 3.4. Строительство подземных сооружений под сжатым воздухом

Сущность способа. Технология проведения вертикальных и горизонтальных выработок. Требования санитарного режима.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Объясните сущность способа и нарисуйте схему.
2. Для чего нужны герметичные перемычки?
3. Устройство и назначение шлюзовой камеры.
4. Что такое «кессонная болезнь» и как её избежать?

Тема 3.5. Строительство подземных сооружений с применением замораживания горных пород

Создание ледопородных ограждений. Оборудование замораживающих станций и замораживающих колонок. Строительство вертикальных стволов с применением способа замораживания пород. Строительство горизонтальных и наклонных выработок с применением способа замораживания пород. Особые случаи замораживания горных пород.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Сущность способа замораживания горных пород.
2. Какова зависимость количества незамерзшей воды в горной породе от температуры?
3. Какие основные принципы расчёта процесса замораживания?
4. Как создаются ледопородные ограждения?
5. Что называют мощностью замораживающей станции?
6. Что нужно учитывать при подсчёте параметров замораживания ледопородных массивов?
7. Какие технологические особенности строительства вертикальных стволов с применением способа замораживания пород?
8. Изобразить схемы замораживания горизонтальных и наклонных выработок и объяснить сущность данного способа.
9. Какие существуют особые случаи замораживания горных пород?

Тема 3.6. Строительство подземных сооружений с применением тампонирования горных пород

Основные сведения и теоретические основы способа. Производство тампонажных работ при строительстве вертикальных выработок. Производство тампонажных работ при строительстве горизонтальных и наклонных выработок.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называется тампонированием?
2. Описать сущность способа при строительстве горизонтальных и наклонных выработок.
3. Что такое глинизация?
4. Какие свойства горных пород являются главными для этого метода?
5. В каком порядке идет проектирование процесса тампонирования горных пород?
6. Что используют в качестве тампонажа? Привести примеры и некоторые характеристики.
7. Какое оборудование требуется для вертикальных выработок?
8. Привести основные схемы тампонирования горных пород.
9. Какие виды тампонирования бывают и в чём их главное различие?

Тема 3.7. Строительство стволов и скважин большого диаметра с применением способа бурения

Сущность метода. Технология производства работ и технологические схемы.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. В чём сущность метода?
2. Из каких этапов состоит строительство шахтных стволов?
3. Какие используются бурильные установки и в чём их основное отличие?

Тема 3.8. Строительство подземных емкостей

Общие сведения. Строительство подземных емкостей методом выщелачивания. Строительство подземных емкостей с использованием камуфлетных взрывов.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Для чего нужны подземные емкости?
2. Какие существуют методы строительства подземных емкостей?
3. В чём принципиальная разница этих методов?
4. Изобразить технологическую схему метода выщелачивания.
5. Чем регулируются взрывные работы в методе строительства подземных емкостей с использованием камуфлетных зарядов и что это за правила?

6. Особенности хранения и требования к эксплуатации подземных емкостей?

Раздел 4. «Строительство тоннелей и подземных сооружений»

Тема 4.1.Введение. Общие сведения о строительстве подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

Основные виды подземных сооружений. Общие виды способов строительства. [2,С. 11-45]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие виды подземных сооружений вы знаете?
2. Какие бывают группы подземных сооружений?
3. Перечислите способы строительства подземных сооружений.

Тема 4.2. Строительство подземных сооружений открытым способом.

Строительство подземных сооружений в открытых котлованах: сущность способа, основные конструктивные решения, технология производства работ. Строительство подземных сооружений с применением ограждающих конструкций: сущность способа, основные конструктивные решения, технология производства работ. Строительство подземных сооружений с применением передвижных крепей: сущность способа, основные конструктивные решения, технология производства работ. Способы строительства подземных сооружений в условиях плотной городской застройки и интенсивного уличного сооружения.[2,С. 5-30]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Виды котлованов и для чего их применяют?
2. Для чего применяют траншейный способ строительства?
3. Как расшифровывается ПМК и какова её конструкция?
4. Описать различие между всеми тремя способами строительства подземных сооружений.
5. «Стена в грунте». Опишите сущность метода и где он применяется.
6. Какова последовательность возведения монолитной железобетонной конструкции способа «стена в грунте»?
7. Когда применяют касающиеся сваи?
8. Опишите цикл работ при строительстве тоннелей с применением ПМК.
9. Как определить количество утяжелителя, добавляемого в раствор?
10. Какие технологические операции включают в себя устройства котлованов с применением временной крепи?

Тема 4.3. Технологические способы и схемы строительства тоннелей.

Конструкции проходческих щитов и их классификация. Технология производства работ с использованием полумеханизированных и механизированных щитов. Технология производства работ с использованием щитов с пригрузом. Гидро и грунтопригрузы. Ввод щита в забой. Организация работ при щитовой технологии. Возведение обделки. Закрепный тампонаж. Возведение в тоннелях внутренней бетонной или железобетонной оболочки. Строительство тоннелей горным способом в мягких и сильнотрещиноватых породах: основные технологические схемы, технология производства работ. Строительство тоннелей горным способом в породах крепких и средней крепости: основные технологические схемы, технология производства работ. Способы пересечения тоннелем нарушенных зон и укрепление породы в забое. Строительство тоннелей с применением комбайнов и тоннелепроходческих комплексов: сущность способа и условия применения. Классификация комбайнов и тоннелепроходческих машин. Комбайны избирательного действия. Тоннелепроходческие комплексы бурового типа.[2,С. 35-64, 142-219]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Опишите конструкцию проходческих щитов и их классификацию.
2. Для чего служат щиты с гидропригрузом?
3. Что такое закрепный тампонаж?
4. Как вводят щит в забой?
5. Что называется «тоннелем»?
6. Назовите и опишите способы строительства тоннелей горным способом в мягких и сильнотрещиноватых породах.
7. Когда применяют «способ сплошного забоя»?
8. Какими могут быть врубы и какие у них схемы?
9. Что называют временной крепью?
10. Что такое «комбайновый комплекс»?
11. Нарисуйте технологическую схему строительства тоннеля способом пилот-тоннеля.
12. Когда применяется способ раскрытия сечения на полный профиль по частям? Опишите последовательность работ по длине тоннеля, и в каких породах он применяется.
13. Основные названия частей тоннеля.
14. Опишите схемы разработки сечения тоннеля новоавстрийским способом.
15. Виды тоннелепроходческих комплексов.
16. Какое транспортное оборудование применяется при строительстве тоннелей.

17. В чём отличие «уступного способа» от способа «сплошного забоя»?

18. Приведите пример паспорта буровзрывных работ при строительстве тоннеля уступным способом.

19. Какие схемы проведения проходческих работ и возведения обделки существуют?

20. Что такое «опережающая анкерная крепь» и где она была применена?

21. Какова сущность способа химического закрепления пород?

22. В чём преимущество горного способа проведения тоннелей? Опишите все критерии.

23. Условия применения комбайнов и тоннелепроходческих комплексов при строительстве тоннелей.

24. В чём разница между буровым комбайном роторного типа и буровым комбайном планетарного типа?

25. Что называется «миксощитом» и где он применяется?

26. Структура проходческого цикла при щитовой технологии и от каких факторов она зависит?

27. Раскройте сущность технологии ведения работ с использованием полумеханизированных щитов.

28. Какие достоинства и недостатки технологии производства работ с использованием щитов с гидропригрузом?

29. Опишите способы раскрытия сечения тоннеля при его строительстве горным способом мягких и сильнотрещиноватых породах.

Тема 4.4. Строительство подземных сооружений камерного типа.

Особенности проектирования форм поперечного сечения. Выбор конструкций крепи. Схемы вскрытия камерных выработок. Технология проведения камерных выработок в скальных и полускальных породах. Технология проведения камерных выработок в слабоустойчивых и мягких породах. Технология возведения постоянной крепи камер. [2,С. 309-341]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое «камера»?

2. Описать формы поперечного сечения камерных выработок.

3. Какие виды крепей используются для крепления свода камерны выработок?

4. Как посчитать длину анкеров? Напишите формулу.

5. Когда применяется «вертикальный подход»?

6. Опишите схемы раскрытия поперечного сечения камер.

7. Как проводятся камерные выработки в скальных и полускальных породах? Приведите в пример схемы.

8. Когда применяется способ «опорного ядра»?

9. Что такое ПНА и когда их применяют?

10.Какие виды постоянных крепей используются для камер, и опишите их технологию.

Тема 4.5. Микрощитовая технология прокладки подземных коммуникаций

Общие сведения. Принципиальная схема микрощитовой технологии. Схемы производства работ. Материалы и конструкции трубопроводов. Конструкции стыков.[2,С. 66-79]

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называется «микротоннелированием»?
2. Где используются микрощиты?
3. Описать схему микрощитовой технологии.
4. Из чего состоит обделка микротоннелей?
5. Приведите схемы одноступенчатой и двухступенчатой укладки труб.
6. Как можно усовершенствовать МЩТ?

Тема 4.6. Бестраншейные технологии строительства подземных сооружений

Метод сплошного прокола. Технологические схемы. Грунтопрокалывающие установки и устройства. Метод продавливания. Технология работ. Конструкции продавливающих установок и комплексов. Направленное управляемое и горизонтальное бурение. Технология работ.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называется «проколом»?
2. Опишите сущность динамического прокола.
3. Нарисуйте схему пневмопробойника и расскажите, где он применяется.
4. Когда применются гидропрокалывающие установки?
5. Расскажите о последовательности работ по образованию скважин в грунте.
6. Какая область применения способа продавливания?
7. Какие различия между механизированными установками и немеханизированными?
8. Как посчитать нажимное усилие при применении способа продавливания выработок?
9. Из чего состоит проходческий цикл?

Тема 4.7. Контроль качества и приемка работ при строительстве подземных объектов

Основные виды контроля качества выполняемых работ. Порядок и объемы их выполнения.

Дополнительная литература: [3-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что входит в состав основных подразделений, осуществляющих контроль качества?
2. Какие функции выполняет отдел технического контроля?
3. Чему уделяется особое внимание при строительстве и почему?
4. Куда заносятся замечания и нарушения при строительстве?

Рекомендуемая литература

1. Шахтное и подземное строительство Том 1. // Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и др..2-е издание переработанное и дополненное. М. Изд. Академии горных наук -2001, 607 с.

2. Шахтное и подземное строительство Том 2. // Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и др..2-е издание переработанное и дополненное. М. Изд. Академии горных наук -2001, 582 с.

3. Протосеня, А. Г. Строительство горных предприятий и подземных сооружений [Электронный ресурс] : учебник / А. Г. Протосеня, И. Е. Долгий, В. И. Очкуров ; под ред. А. Г. Протосеня. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 390 c. — 978-5-94211-718-4.

4. Насонов И.Д., Ресин В.И., Шуплик М.Н., Федюкин В.А. Технология строительства подземных сооружений. Специальные способы строительства: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Академии горных наук, 1998, - 375 с.

5. Шахтное и подземное строительство. Проведение горизонтальных и наклонных выработок: Учебное пособие / М.В. Корнилков, В.Е. Боликов, Ю.Н. Осколков, Б.Д. Половов, О.Г. Латышев, Ю.К. Краев, А.Г. Петрушин, Д.А. Черев, М.Н. Волков. Под общ.ред. М.В. Корнилкова.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. – 188 с.

6. Краев Ю.К. «Строительство вертикальных стволов». Методическое пособие по дисциплине «Шахтное и подземное строительство. Ч. I. Проведение и крепление стволов. Изда-ние УГГУ Екатеринбург. – 2006, 66с.

7. Краев Ю.К. «Строительство вертикальных стволов». Методическое пособие по дисциплине «Шахтное и подземное строительство». Ч, II. Армирование стволов. Изд-во УГГУ, Екатеринбург, 2006.-43 с.

8. Специальные способы сооружения подземных горных выработок: Методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине Шахтное строительство». Уральская горно-геологическая академия. Кафедра шахтного строительства. – Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2002. – 28 с.

Строительная геотехнология: Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» / Е.В. Канков; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: 2022. – 15 с.

Авторы:

Канков Евгений Владимирович

Корректура кафедры шахтного строительства

Подписано к печати

Формат бумаги 60х84 1/16

Печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ №

Цена С

Лаборатория множительной техники УГГГА

620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

С. Г. Комлев, Т. Ю. Овчинникова, К. А. Водовозов

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания
по выполнению контрольных работ
и варианты заданий
по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых»
для студентов направления 130400.65 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горномеханического
факультета
«3» февраля 2015 г.
Председатель комиссии
_____проф. В. П. Барановский

С. Г. Комлев, Т. Ю. Овчинникова,
К. А. Водовозов

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания
по выполнению контрольных работ
и варианты заданий
по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых»
для студентов направления 130400.65 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2015

К 63

Рецензент: *А. В. Колтунов*, доцент кафедры
обогащения полезных ископаемых УГГУ.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» «27» декабря 2014 г. (протокол № 5) и рекомендовано для издания в УГГУ.

К 63 Комлев С. Г., Овчинникова Т. Ю., Водовозов К. А.

Обогащение полезных ископаемых. Методические указания по выполнению контрольных работ и варианты заданий по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» для студентов направления 130400.65 – «Горное дело» всех форм обучения / Комлев С. Г., Овчинникова Т. Ю., Водовозов К. А.; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. – 35 с.

В пособии приведены основные понятия и формулы для расчёта технологических показателей обогащения, эффективности грохочения, методики расчета схем обогащения полезных ископаемых, показаны примеры решения задач, приведены варианты заданий. Пособие составлено в соответствии с учебной программой дисциплины.

© Комлев С. Г., 2015
© Овчинникова Т. Ю., 2015
© Водовозов К. А., 2015
© Уральский государственный
горный университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ 4
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ 5
1.1. Расчёт технологических показателей обогащения 5
1.2. Построение гранулометрической характеристики 8
1.3. Расчёт эффективности грохочения 12
1.4. Расчёт схем обогащения 14
2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ 16
2.1. Контрольная работа № 1 16
2.2. Контрольная работа № 2 18
2.3. Контрольная работа № 3 20
3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ 24
3.1. Контрольная работа № 1 24
3.2. Контрольная работа № 2 28
3.3. Контрольная работа № 3 30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 35

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ

В курсе «Обогащение полезных ископаемых» студент самостоятельно выполняет три контрольные работы из разделов «Расчёт технологических показателей обогащения» (контрольная работа № 1), «Построение гранулометрических характеристик» и «Расчёт эффективности грохочения» (контрольная работа № 2) и «Расчёт схем обогащения» (контрольная работа № 3). Номера задач для каждого студента задаются номером варианта задания. Номер варианта назначает преподаватель.

Контрольные работы оформляются в виде единой сброшюрованной пояснительной записки.

К пояснительной записке, выполненной на листах формата А4, предъявляются следующие требования: наличие титульного листа, содержания, нумерации страниц, таблиц, рисунков, подрисуночных подписей, обозначения и расшифровки кривых на графиках, обозначения осей на графиках, размерностей по осям графиков, в таблицах и численных результатах, получаемых в ходе расчётов по формулам, списка использованных источников.

При построении графиков студент самостоятельно выбирает оптимальные масштабы по осям, вводя, при необходимости, логарифмические масштабы.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ФОРМУЛЫ

1.1. Расчёт технологических показателей обогащения

Определения основных технологических показателей обогащения даны на примере операции разделения с двумя получаемыми продуктами (рис. 1).

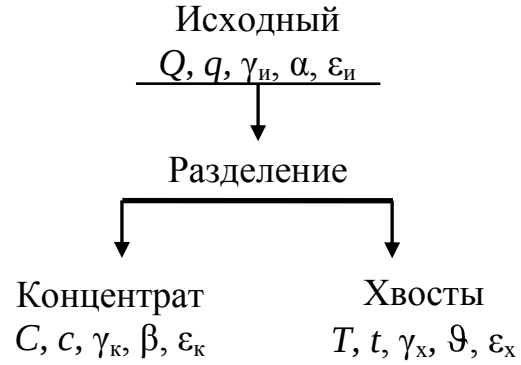


Рис. 1. К определению основных технологических показателей разделения

На рис. 1 введены следующие обозначения: Q, C, T – массы соответствующих продуктов; q, c, t – массы ценного компонента в соответствующих продуктах; $\gamma_и$, $\gamma_к$, $\gamma_х$ – выходы соответствующих продуктов; α, β, ϑ – массовые доли ценного компонента в соответствующих продуктах; $\varepsilon_и$, $\varepsilon_к$, $\varepsilon_х$ – извлечение ценного компонента в соответствующие продукты.

В обогащении полезных ископаемых количество продукта может иметь размерность как массы (т, реже кг), так и производительности (т/ч, т/сут, т/год).

В табл. 1 представлены общепринятые обозначения и размерности технологических показателей обогащения.

При разделении материала принято считать концентратами продукты с большей массовой долей ценного компонента, а хвостами – с меньшей. В том случае если оценка показателей обогащения ведётся по массовой доле вредной примеси, то концентратами считают продукты, с меньшим содержанием вредных примесей, а хвостами – с большей. Примером может служить обогащение углей, где малое содержание вредной примеси – золы (зольность) меньше для концентратов и больше для хвостов.

Таблица 1

Общепринятые обозначения и размерности технологических показателей обогащения

Показатель	Размерность	Продукт				
		исходный	концентрат	хвосты	подрешётный	надрешётный
Масса продукта	т, кг (т/ч; т/сут; т/год)	Q	C	T	C	T
компонента в продукте		q	c	t	–	–
класса -d		q	–	–	c	t
Выход	%	$\gamma_и$	$\gamma_к$	$\gamma_х$	$\gamma_п$	$\gamma_н$
Массовая доля компонента в продукте	% (г/т)	α	β	ϑ	–	–
золы в продукте (зольность)	%	$A_и$	$A_к$	$A_х$	–	–
класса -d		α^{-d}	–	–	β^{-d}	ϑ^{-d}
класса +d		α^{+d}	–	–	β^{+d}	ϑ^{+d}
Извлечение	%	$\varepsilon_и$	$\varepsilon_к$	$\varepsilon_х$	–	–

Выход продукта – это отношение массы продукта разделения к массе исходного продукта:

$$\gamma_к = \frac{C}{Q}, \text{д. ед.} \quad \text{или} \quad \gamma_к = \frac{C}{Q} \cdot 100, \%. \qquad (1)$$

$$\gamma_х = \frac{T}{Q}, \text{д. ед.} \quad \text{или} \quad \gamma_х = \frac{T}{Q} \cdot 100, \%. \qquad (2)$$

Массовая доля компонента в продукте – это отношение массы компонента в каком-либо продукте к массе всего этого продукта:

для исходного $$\alpha = \frac{q}{Q}, \text{д. ед.} \quad \text{или} \quad \alpha = \frac{q}{Q} \cdot 100, \%; \qquad (3)$$

для концентрата $$\beta = \frac{c}{C}, \text{д. ед.} \quad \text{или} \quad \beta = \frac{c}{C} \cdot 100, \%; \qquad (4)$$

для хвостов $$\vartheta = \frac{t}{T}, \text{д. ед.} \quad \text{или} \quad \vartheta = \frac{t}{T} \cdot 100, \%. \qquad (5)$$

Извлечение компонента в продукт – это отношение массы компонента в продукте к массе этого компонента в исходном продукте:

$$\varepsilon_к = \frac{c}{q}, \text{ д. ед.} \quad \text{или} \quad \varepsilon_к = \frac{c}{q} \cdot 100, \%. \tag{6}$$

$$\varepsilon_х = \frac{t}{q}, \text{ д. ед.} \quad \text{или} \quad \varepsilon_х = \frac{t}{q} \cdot 100, \%. \tag{7}$$

Иногда используют термин ***потери*** для обозначения извлечения ценного компонента в не одноимённый продукт, например, *потери* ценного компонента *с хвостами*, что *равнозначно* понятию *извлечение* ценного компонента *в хвосты*.

Уравнения баланса, вытекают из закона сохранения массы:

$$C + T = Q; \tag{8}$$

$$c + t = q; \tag{9}$$

$$\gamma_к + \gamma_х = \gamma_и; \tag{10}$$

$$\gamma_к \cdot \beta + \gamma_х \cdot \vartheta = \gamma_и \cdot \alpha; \tag{11}$$

$$\varepsilon_к + \varepsilon_х = \varepsilon_и. \tag{12}$$

Сумма масс, выходов и извлечений продуктов разделения ***всегда*** равна массе, выходу или извлечению исходного продукта соответственно и определяется простым сложением (8)-(10), (12).

Массовые доли ***складывать нельзя***, так как они рассчитаны от ***разных*** масс продуктов. При простом сложении не будет учтена ***доля участия*** (удельный вес) каждого из продуктов в общей сумме, поэтому при составлении уравнения баланса по массовым долям необходимо использовать ***средневзвешенное значение***. В качестве удельного веса может выступать выход или масса продукта, как показано в уравнении (11).

При расчёте одной операции разделения или схемы в целом, как правило, принимают: $\gamma_и = 100$ %; $\varepsilon_и = 100$ %. Тогда уравнения (10)-(12) приобретают вид:

$$\gamma_к + \gamma_х = 100; \tag{13}$$

$$\gamma_к \cdot \beta + \gamma_х \cdot \vartheta = 100 \cdot \alpha; \tag{14}$$

$$\varepsilon_к + \varepsilon_х = 100. \tag{15}$$

Решая систему уравнений, состоящую из формул (13)-(15), можно вывести формулы для расчёта выходов продуктов разделения и извлечения в них (продукты) компонента:

$$\gamma_к = \frac{\alpha - \vartheta}{\beta - \vartheta} \cdot 100, \% \quad (16)$$

$$\gamma_х = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \vartheta} \cdot 100 \%. \quad (17)$$

$$\varepsilon_к = \frac{\gamma_к \cdot \beta}{\alpha}, \%. \quad (18)$$

$$\varepsilon_х = \frac{\gamma_х \cdot \vartheta}{\alpha}, \%. \quad (19)$$

Примеры расчёта технологических показателей обогащения представлены в п. 2.1.

1.2. Построение гранулометрической характеристики

Гранулометрический состав продуктов обогащения характеризуется распределением частиц по классам крупности. Основным методом определения гранулометрического состава продуктов является ситовый анализ, состоящий в рассеве продукта на наборе сит с квадратными отверстиями и последующем определении ***частных выходов*** классов крупности.

Частный выход каждого класса крупности определяется по формуле:

$$\gamma_i = \frac{M_i}{M_{исх}} \cdot 100, \%, \quad (20)$$

где γ_i – выход i-го класса крупности; M_i – масса i-го класса крупности; $M_{исх}$ – масса исходного продукта, подвергнутого рассеву.

Помимо этого определяют ***суммарный выход*** классов крупности ***«по плюсу»*** и ***«по минусу»***.

Суммарная характеристика «по плюсу» показывает, какое количество материала осталось бы на сите с размером отверстия, равным d мм, если бы это сито в наборе сит для ситового анализа было верхним.

Суммарная характеристика «по минусу» показывает, какое количество материала прошло бы сквозь сито с размером отверстия, равным d мм, если бы это сито в наборе было нижним.

Суммарный выход классов крупности «по плюсу» рассчитывается последовательным суммированием значений частных выходов каждого класса крупности сверху вниз, а «по минусу» – снизу вверх.

Пример оформления результатов ситового анализа приведён в табл. 2.

Таблица 2

Результаты ситового анализа

Класс крупности, мм		Выход, %		
		частный	суммарный	
			«по плюсу»	«по минусу»
-200+100		12,8	12,8	100,0
-100+50		22,5	35,3	87,2
-50+25		21,5	56,8	64,7
-25+13		16,9	73,7	43,2
-13+6		13,3	87,0	26,3
-6+3		6,4	93,4	13,0
-3+0		6,6	100,0	6,6
Итого:		**100,0**	–	–
Абсцисса для кривой «по минусу»	**Абсцисса для кривой «по плюсу»**		**Ордината для кривой «по плюсу»**	**Ордината для кривой «по минусу»**

На рис. 2 приведен пример построения суммарных характеристик крупности для рассмотренного примера. Кривые являются зеркальным отображением друг друга. По любой из них можно определить выход любого класса крупности.

При построении кривых суммарного выхода каждый класс крупности представляется в виде точки координатами (d; γ), где d – граничное значение каждого класса крупности, а γ – суммарный выход этого класса крупности («по плюсу» или «минусу»).

Для кривой суммарного выхода «по плюсу» d – это ***нижняя*** граница класса крупности, то есть значение крупности со знаком «плюс», а для кривой суммарного выхода «по минусу» – ***верхняя*** граница класса крупности, то есть значение крупности со знаком «минус». Для приведённого примера класс крупности -100+50 мм при построении кривой суммарного выхода «по плюсу» будет иметь координаты (50; 35,3), а при построении кривой суммарного выхода «по минусу» – (100; 87,2).

Полученные точки соединяют плавной кривой. Обе кривые суммарного выхода монотонны. Каждая из них пересекает и ось абсцисс, и ось ординат.

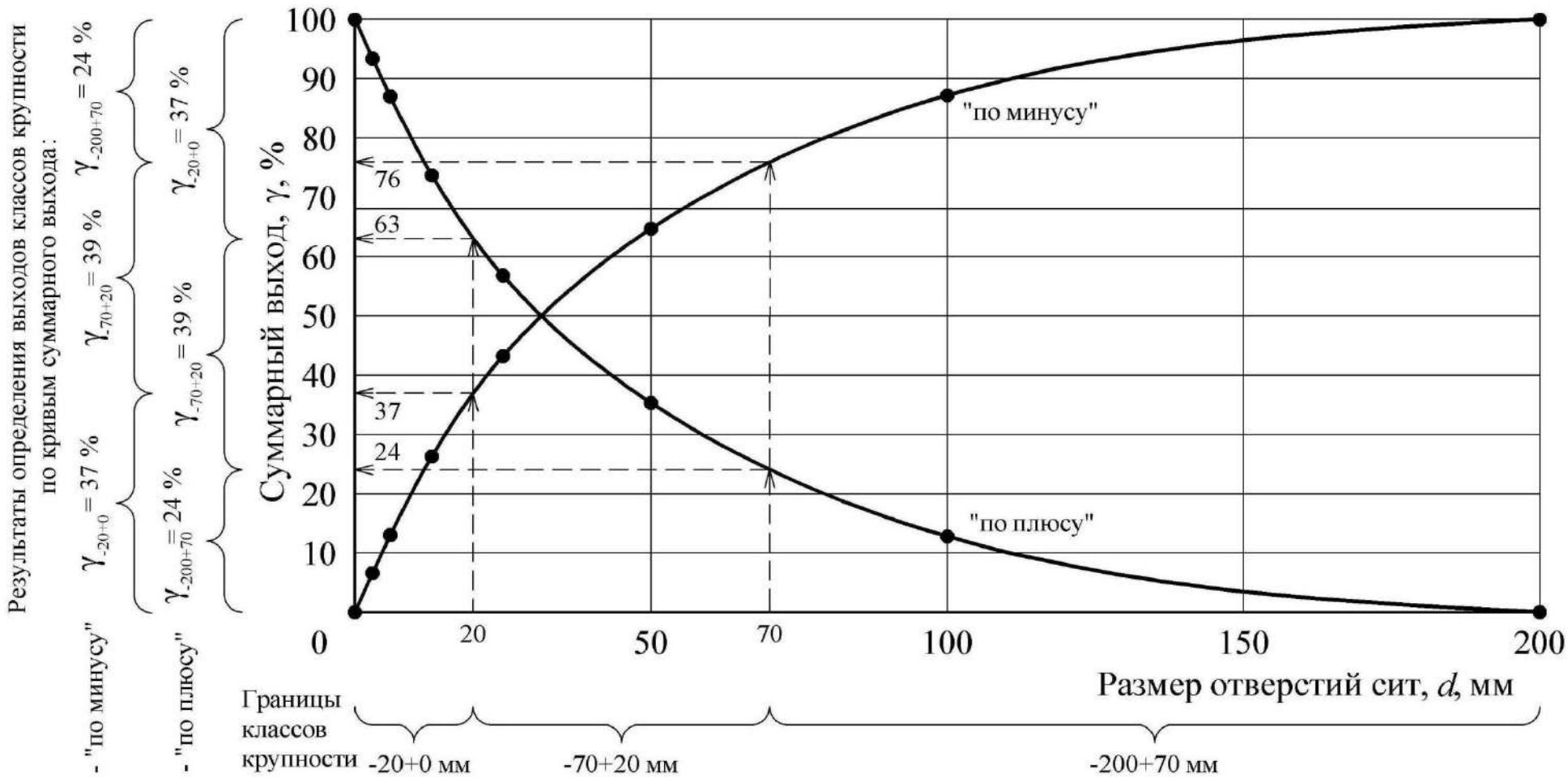


Рис. 2. Гранулометрическая характеристика продукта

Точки пересечения с осью абсцисс: (D_{max}; 0) для кривой суммарного выхода «по плюсу» и (D_{max}; 100) для кривой суммарного выхода «по минусу». D_{max} – это максимальная крупность продукта, мм. Для представленного примера D_{max}=200 мм.

Точки пересечения с осью ординат: (0; 100) для кривой суммарного выхода «по плюсу» и (0; 0) для кривой суммарного выхода «по минусу».

По виду кривой суммарного выхода можно сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности. Если кривая суммарного выхода «по плюсу» имеет выпуклую форму, то в продукте преобладают крупные классы, если вогнутую – то мелкие (для кривой суммарного выхода «по минусу» – наоборот). Если кривые суммарного выхода имеют форму близкую к прямой, то это свидетельствует о равномерном распределении частиц по классам крупности.

Определение выхода заданного класса крупности осуществляется в следующей последовательности:

1. Отложить на оси абсцисс границы заданного класса крупности.
2. Из полученных точек восстановить перпендикуляры до пересечения с кривой суммарного выхода.
3. Из полученных точек пересечения с кривой суммарного выхода провести перпендикуляры к оси ординат. Высота полученного отрезка находится вычитанием из б***о***льшего значения выхода меньшего и соответствует выходу заданного класса крупности.

Обычно границы класса крупности задаются двумя значениями, например, -6+3 мм. Если требуется определить выход класса крупности -6 мм, то второй границей является значение 0 мм (класс крупности -6+0 мм). Если требуется определить выход класса крупности +6 мм, то второй границей является значение максимальной крупности продукта (класс крупности -D_{max}+6 мм).

Также следует помнить, что сумма выходов классов –*d* мм и +*d* мм для одного и того же продукта равна 100 %.

При работе с гранулометрическими характеристиками (и только в этом случае) термины ***«выход класса»*** и ***«массовая доля класса крупности»*** равнозначны.

Пример

По гранулометрической характеристике (рис. 2) определить выходы классов крупности -20 мм, -70+20 мм, +70 мм.

Решение

Определим выходы заданных классов крупности по кривой суммарного выхода «по плюсу».

Класс -20 мм. Помня, что запись -20 мм означает -20+0 мм, определим значения выходов в точках 0 и 20 мм, они составят 100 и 63 % соответственно, следовательно, выход класса -20+0 мм составит:

$$\gamma_{-20+0} = 100 - 63 = 37\ \%.$$

Класс -70+20 мм. Значения выходов в точках 20 и 70 мм составляют 63 и 24 % соответственно, следовательно, выход класса -70+20 мм составит:

$$\gamma_{-70+20} = 63 - 24 = 39\ \%.$$

Класс +70 мм. Максимальная крупность продукта составляет 200 мм, следовательно, необходимо определить выход класса -200+70 мм. Значения выходов в точках 70 и 200 мм составляют 24 и 0 %, соответственно, следовательно, выход класса -200+70 мм составит:

$$\gamma_{-200+70} = 24 - 0 = 24\ \%.$$

Определение выходов заданных классов крупности по кривой суммарного выхода «по минусу» осуществляется аналогично. Значения выходов в точках 0, 20, 70 и 200 мм составляют 0, 37, 76 и 100 % соответственно. Тогда выходы классов крупности, %:

$$\gamma_{-20+0} = 37 - 0 = 37;$$
$$\gamma_{-70+20} = 76 - 37 = 39;$$
$$\gamma_{-200+70} = 100 - 76 = 24.$$

В практике обогащения при определении выхода класса крупности пользуются ***только одной*** из кривых суммарного выхода.

В контрольной работе № 2 требуется построить одну их кривых суммарного выхода и по ней определить выход заданного класса крупности. Пример выполнения приведён в п. 2.2.

1.3. Расчёт эффективности грохочения

Процесс грохочения характеризуется ***эффективностью грохочения*** (***к.п.д.*** грохота).

Эффективность грохочения (E) – это отношение массы подрешётного продукта (C) к массе продукта той же крупности в исходном материале (q), определяется по формуле:

$$E = \frac{C}{q} \cdot 100, \%. \qquad (21)$$

При расчёте показателей операции грохочения применимы все полученные ранее соотношения между технологическими показателями и уравнения баланса.

Условно концентратом считается подрешётный продукт, а надрешётный – хвостами. При этом массовая доля класса крупности менее размера отверстия сита в подрешётном продукте (β^{-d}) составляет 100 %, так как частицы крупнее размера отверстия сита в подрешётный продукт попасть не могут.

С помощью простых преобразований можно получить формулы для расчёта эффективности грохочения, %:

$$E = \frac{C}{Q \cdot \alpha^{-d}} \cdot 10^4; \qquad (22)$$

$$E = \frac{\gamma_{\text{п}}}{\alpha^{-d}} \cdot 100; \qquad (23)$$

$$E = \frac{\alpha^{-d} - \vartheta^{-d}}{\alpha^{-d}(100 - \vartheta^{-d})} \cdot 10^4. \qquad (24)$$

Для определения эффективности грохочения, как правило, необходимо знать массовую долю расчётного класса в исходной руде (α^{-d}).

Если эта величина не задана, то её можно определить по гранулометрической характеристике исходного продукта (п. 1.2).

Если гранулометрическая характеристика исходного продукта отсутствует, то её можно провести по прямой линии (рис. 3).

Так как гранулометрическая характеристика является прямой линией, то её можно описать уравнением вида $\alpha^{-d}=\gamma_{-d+0}=kd$.

Для случая, представленного на рис. 3, уравнение может быть записано как:

$$\alpha^{-d} = \frac{100}{D_{\max}} \cdot d, \%. \qquad (25)$$

Использование данной формулы позволяет определить массовую долю расчётного класса в руде без построения гранулометрической характеристики.

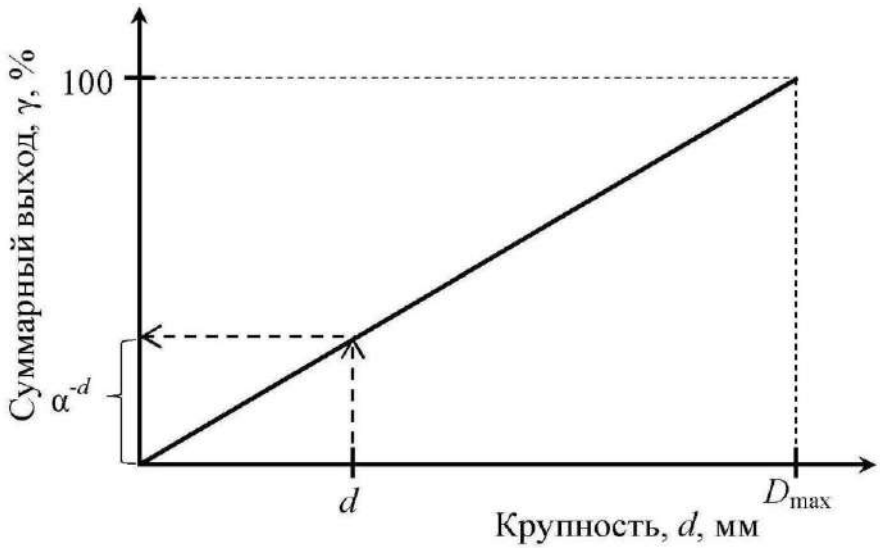


Рис. 3. К определению массовой доли нижнего класса в исходном материале:
***d* – размер отверстия сита; D_{max} – максимальная крупность исходного материала**

В табл. 1 приведены общепринятые обозначения для продуктов операции грохочения.

Примеры расчёта эффективности грохочения приведены в п. 2.2.

1.4. Расчёт схем обогащения

Совокупность операций переработки минерального сырья называется ***технологической схемой обогащения***, изображаемой графически. Расчёт технологических схем обогащения выполняется обычно в виде таблицы.

Основным типом технологических схем является ***качественно-количественная схема,*** на которой отражены все операции обработки полезного ископаемого с указанием количества и качества всех продуктов.

Основой расчётов технологических показателей схем обогащения являются уравнения балансов (13)-(15).

Расчёт схемы начинается с составления технологического баланса по массовой доле компонента, представляемого в виде таблицы. Для расчёта схемы необходимо задаться рядом технологических показателей. Чаще всего задают величину массовой доли компонента в руде (по данным анализа) и в концентрате (по требованию нормативных документов), а также нормируемую величину извлечения компонента в концентрат (реже в хвосты).

Технологические показатели для промежуточных операций и продуктов схемы рассчитывают, задаваясь массовой долей компо-

нента в продуктах разделения, частным извлечением в концентрат или величиной степени концентрации компонента в каждой операции.

В контрольной работе № 3 требуется рассчитать технологические показатели схемы флотации. Каждой отдельной операции флотации присуща своя ***степень концентрации***, показывающая во сколько раз увеличивается массовая доля полезного компонента в концентрате операции, по сравнению с массовой долей в продукте, входящем в операцию. Степень концентрации обозначается буквой *i* и для основных и контрольных операций составляет 2-9, а для перечистных – 1-2. При расчёте обычно принимается, что массовая доля в концентрате первой контрольной операции в два раза больше, чем массовая доля в исходном продукте схемы, а если контрольная операция одна, то приблизительно равным ему. Массовую долю в промпродуктах перечистных операций (хвостах) принимают приблизительно равной массовой доле продукта, поступающего в ту же операцию, что и эти промпродукты.

После определения массовой доли компонента в каждом продукте схемы рассчитывают выходы всех продуктов схемы. Расчёт ведётся по операциям схемы «снизу вверх» составлением и решением балансовых уравнений относительно выходов продуктов. Расчёт завершается проверкой:

$$\Delta = 100\cdot\alpha - (\gamma_к\cdot\beta + \gamma_х\cdot\vartheta). \qquad (26)$$

Величина Δ называется ***невязкой расчёта*** и показывает точность его выполнения. Невязка может быть как положительной, так и отрицательной. При выполнении расчёта на ПК величина невязки равна 0. При расчёте на калькуляторе для получения приемлемой величины невязки (порядка 10^{-3} $\%^2$) получаемые величины необходимо округлять до 4-го знака после запятой.

Результаты расчётов оформляются в виде технологической схемы, изображаемой графически, и типовых таблиц – «Технологический баланс продуктов обогащения» и «Результаты расчёта качественно-количественной схемы».

На технологической схеме каждому продукту присваивается порядковый номер, указываются технологические показатели каждого продукта и принятые в операциях разделения степени концентрации.

В типовой таблице «Технологический баланс продуктов обогащения» приводятся технологические показатели ***исходного*** продукта

и ***конечных*** (концентрат и хвосты) продуктов разделения.

В типовой таблице «Результаты расчёта качественно-количественной схемы» приводятся технологические показатели для ***всех*** продуктов схемы.

Пример расчёта качественно-количественной схемы флотации приведён в п. 2.3.

2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ

2.1. Контрольная работа № 1

Задача 1

Руда для кучного выщелачивания подаётся из трёх забоев в соотношении: 20 % из забоя № 1, 60 % из забоя № 2, остальное из забоя № 3. Массовая доля золота составляет 4, 6 и 3 г/т, соответственно. Определить массовую долю золота в исходной для выщелачивания куче.

***Комментарий**: в данной задаче необходимо определить массовую долю руды, получаемой при смешивании руд из различных забоев. При этом руды из этих забоев имеют различную массовую долю компонента и смешиваются **не в равном** соотношении. В этом случае для расчёта массовой доли полученной смеси необходимо использовать формулу для определения средневзвешенного значения, которое учитывает долю участия каждого из забоев в общей смеси:*

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\gamma_i \cdot \alpha_i)}{\sum_{i=1}^{n}\gamma_i},$$

где γ_i – выход (доля) руды из i-го забоя; α_i – массовая доля компонента в руде i-го забоя.

Дано:

$\gamma_1 = 20$ %
$\alpha_1 = 4$ г/т
$\gamma_2 = 60$ %
$\alpha_2 = 6$ г/т
$\alpha_3 = 3$ г/т

$\alpha_{срв}$ – ?

Решение

$\gamma_1+\gamma_2+\gamma_3=100$ % $\rightarrow \gamma_3 = 100 - (\gamma_1+\gamma_2)=100 - (20+60)=20$ %;

$$\alpha = \frac{\gamma_1 \cdot \alpha_1 + \gamma_2 \cdot \alpha_2 + \gamma_3 \cdot \alpha_3}{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3} = \frac{20 \cdot 4 + 60 \cdot 6 + 20 \cdot 3}{20 + 60 + 20} = 5 \text{ г/т}.$$

Ответ: Массовая доля золота в исходной для выщелачивания куче равна 5 г/т.

Задача 2

Определить потери цинка с медным концентратом, если массовая доля цинка в руде – 5 %, в медном концентрате – 4,5 %, выход цинкового концентрата составляет 12 %, а выход хвостов – 85 %.

***Комментарий**: потери цинка с медным концентратом – это извлечение цинка в медный концентрат. В данной задаче речь идёт о **полиметаллической** руде (компонентами являются медь и цинк), при обогащении которой получают **три** продукта – хвосты и концентраты: медный и цинковый. Тогда формула (13) будет иметь вид:*

$$\gamma_к^{Cu} + \gamma_к^{Zn} + \gamma_х = 100\,\%.$$

Для определения потерь цинка с медным концентратом воспользуемся формулой (19), переписав её как, %:

$$\varepsilon_к^{Cu/Zn} = \frac{\gamma_к^{Cu} \cdot \vartheta^{Cu/Zn}}{\alpha^{Zn}}.$$

Нижний индекс «к» у обозначения показателей указывает лишь на то, что продукт, с которым теряется цинк, не является хвостами.

Дано:

$\alpha^{Zn} = 5\,\%$

$\gamma_к^{Zn} = 12\,\%$

$\vartheta^{Cu/Zn} = 4{,}5\,\%$

$\gamma_х = 85\,\%$

$\varepsilon_к^{Cu/Zn} - ?$

Решение

Выход медного концентрата составит:

$$\gamma_к^{Cu} = 100 - \gamma_к^{Zn} - \gamma_х = 100 - 12 - 85 = 3\,\%.$$

Потери цинка с медным концентратом:

$$\varepsilon_к^{Cu/Zn} = \frac{5 \cdot 4{,}5}{3} = 7{,}5\,\%.$$

Ответ: Потери цинка в медном концентрате составляют 7,5 %.

Задача 3

Определить суточную производительность фабрики по руде, если она производит 30 т/ч концентрата при выходе его 5 %.

***Комментарий**: Следует обратить внимание, что заданная величина производительности по концентрату имеет размерность **т/ч**, а значит, и величина производительности фабрики по руде при расчёте по формуле (1) будет иметь ту же размерность. Однако по условиям задачи требуется определить **суточную** производительность. При решении подобного типа задач принимается режим работы обогатительных фабрик 24 часа в сутки.*

Дано:	***Решение***
$\gamma_к = 5$ % $C = 30$ т/ч	$\gamma_к = \frac{C}{Q} \cdot 100 \quad \rightarrow \quad Q = \frac{C}{\gamma_к} \cdot 100 = \frac{30}{5} \cdot 100 = 600$ т/ч.
$Q_{сут} - ?$	$Q_{сут} = 24 \cdot Q = 24 \cdot 600 = 14400$ т/сут.
	Ответ: Суточная производительность фабрики составляет 14400 т/сут.

2.2. Контрольная работа № 2

Задача 1

Класс крупности, мм	**Частный выход, %**
-50+25	10
-25+12	20
-12+6	20
-6+0	50

По результатам ситового анализа построить кривую суммарного выхода «по полюсу».
Определить по ней выходы классов крупности -30+10 и -5 мм.
Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.

Решение

Рассчитаем суммарный выход «по плюсу» (см. п.1.2):

Класс, мм	**Частный выход, %**	**Суммарный выход «по плюсу», %**
-50+25	10	10
-25+12	20	30
-12+6	20	50
-6+0	50	100
Итого:	**100**	–

Подробная методика построения гранулометрической характеристики и определения по ней выходов заданных классов крупности приведена в п. 1.2. Решение показано на рис. 4.

Выходы заданных классов крупности составляют:

$$\gamma_{-30+10} = 37 - 6 = 29 \text{ %}.$$

$$\gamma_{-5+0} = 100 - 56 = 44 \text{ %}.$$

По виду кривой можно сделать вывод о преобладании мелких классов крупности (кривая вогнутая).

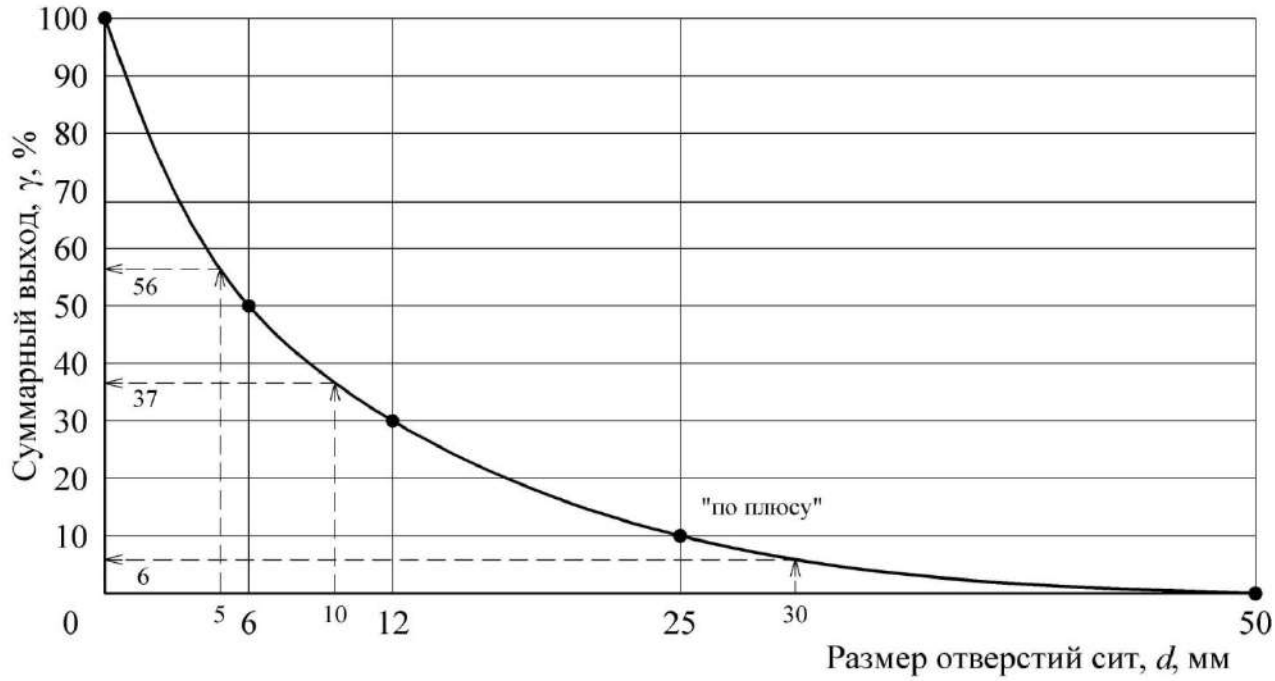


Рис. 4. Графическое решение

Задача 2

Определить эффективность грохочения на сетке 150 мм, если выход надрешётного продукта составляет 77 %. Крупность исходного материала 600 мм. Гранулометрическую характеристику исходной руды принять по прямой линии.

Дано:

$\gamma_н = 77$ %

$D_{max} = 600$ мм

d=150 мм

E – ?

Решение

Найдём массовую долю расчётного класса в исходном продукте по формуле (25):

$$\alpha^{-d} = \frac{100}{D_{max}} \cdot d = \frac{100}{600} \cdot 150 = 25\,\%.$$

Из уравнения баланса (13) определим выход подрешётного продукта:

$\gamma_п = 100 - \gamma_н = 100 - 77 = 23$ %.

Эффективность грохочения по выражению (23) составит:

$$E = \frac{\gamma_п}{\alpha^{-d}} \cdot 100 = \frac{23}{25} \cdot 100 = 92\,\%.$$

Ответ: Эффективность грохочения равна 92 %.

2.3. Контрольная работа № 3

Рассчитать технологический баланс продуктов обогащения и технологические показатели (выходы всех продуктов и извлечения компонента в эти продукты) для схемы обогащения, представленной на рис. 5. Массовая доля полезного компонента в исходном продукте 1 %, в концентрате 14 %, извлечение в концентрат 90 %. Значениями массовой доли для промежуточных продуктов схемы задаться самостоятельно (п. 1.4).

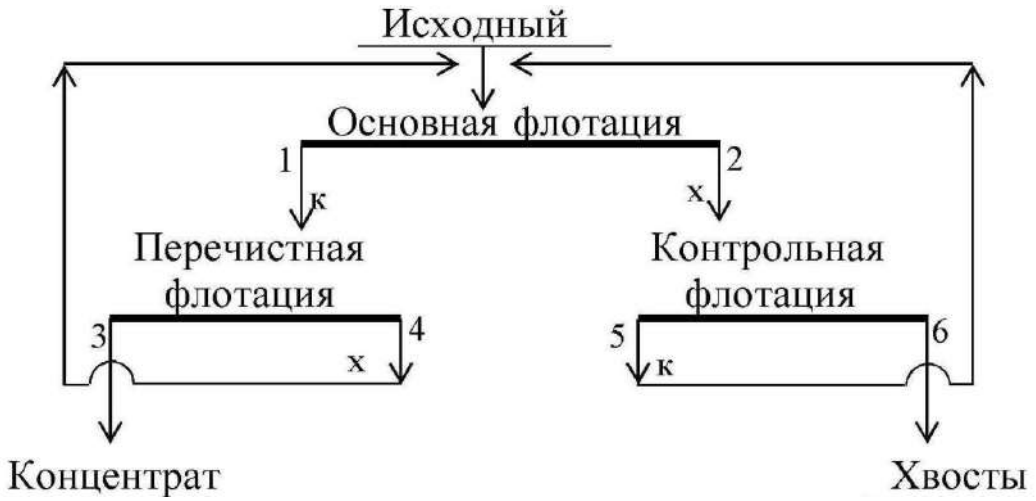


Рис. 5. Технологическая схема обогащения

Решение

По исходным данным с использованием выражений (15) и (19) определим массовую долю компонента в хвостах. Далее, применив формулы (18) и (13), рассчитаем выходы конечных продуктов – концентрата и хвостов. Полученные результаты запишем в виде табл. 3.

Таблица 3

Технологический баланс продуктов обогащения

Номер и наименование продукта	Технологические показатели, %		
	выход	массовая доля	извлечение
3. Концентрат	6,4286	14,0	90,00
6. Хвосты	93,5714	0,1069	10,00
Исходный	100,0000	1,0	100,00

Составим технологический баланс для следующих условий:

- массовая доля ценного компонента в руде – 1,0 %;
- массовая доля ценного компонента в концентрате – 14,0 %;
- извлечение ценного компонента в концентрат – 90 %.

Согласно информации, изложенной в п. 1.4.зададимся значениями массовой доли в продуктах операций флотации.

Определим массовые доли в концентратах операций:

основная: $\beta_1 = i_{осн} \cdot \alpha = 7{,}5 \cdot 1{,}0 = 7{,}5$ %;

перечистная: $\beta_3 = i_{переч} \cdot \beta_1 = 1{,}9 \cdot 7{,}5 = 14{,}25$ %;

контрольная $\beta_5 = i_{контр} \cdot \alpha = 2{,}0 \cdot 1{,}0 = 2$ %.

Так как концентрат перечистной операции является конечным продуктом, массовая доля в котором известна (14 %), то при дальнейшем расчёте принимаем $\beta_3 = 14$ %. При этом принятая степень концентрации (i=1,9) обеспечивает требуемое качество концентрата, так как 14,25 больше 14.

Массовую долю в промпродукте перечистной операции (хвостах) принимаем приблизительно равной массовой доле продукта, поступающего в ту же операцию, что и этот продукт. В нашем случае β_4 может находиться в диапазоне от α до 2α и составляет 1,1 %. Массовую долю в хвостах основной операции вычислим исходя из того, что степень концентрации в контрольной операции составляет 2-9, а массовая доля в концентрате контрольной равна β_5:

$$\beta_2 = \beta_5 / i_{контр} = 2{,}0 / 7 = 0{,}29\ \%.$$

Задавшись массовыми долями в каждом продукте, рассчитаем выходы продуктов в каждой операции. Расчёт ведётся с применением уравнений (10)-(11). Схема рассчитывается «снизу вверх», начиная с последней перечистной операции.

Перечистная флотация

Составим уравнение баланса для перечистной операции:

$$\begin{cases} \gamma_3 + \gamma_4 = \gamma_1; \\ \gamma_3 \cdot \beta_3 + \gamma_4 \cdot \beta_4 = \gamma_1 \cdot \beta_1, \end{cases}$$

решив систему относительно γ_1, получим:

$$\gamma_1 = \gamma_3 \frac{\beta_3 - \beta_4}{\beta_1 - \beta_4} = 6{,}4286 \frac{14 - 1{,}1}{7{,}5 - 1{,}1} = 12{,}9576\ \%,$$

тогда $\gamma_4 = \gamma_1 - \gamma_3 = 12{,}9576 - 6{,}4286 = 6{,}5290$ %.

Контрольная флотация

Составим уравнение баланса для контрольной операции:

$$\begin{cases} \gamma_5 + \gamma_6 = \gamma_2; \\ \gamma_5 \cdot \beta_5 + \gamma_6 \cdot \beta_6 = \gamma_2 \cdot \beta_2, \end{cases}$$

решив систему относительно γ_2, получим:

$$\gamma_2 = \gamma_6 \frac{\beta_5 - \beta_6}{\beta_5 - \beta_2} = 93{,}5714 \frac{2 - 0{,}1069}{2 - 0{,}29} = 103{,}3333\ \%,$$

тогда $\gamma_5 = \gamma_2 - \gamma_6 = 103{,}3333 - 93{,}5714 = 9{,}7619$ %.

Проверка

По формуле (26) определим величину невязки:

$$\Delta = 100 \cdot \alpha - (\gamma_к \cdot \beta + \gamma_х \cdot \vartheta) = 100 \cdot \alpha - (\gamma_3 \cdot \beta_3 + \gamma_6 \cdot \beta_6) =$$

$$= 100 \cdot 1{,}0 - (6{,}4289 \cdot 14 + 93{,}5714 \cdot 0{,}1069) = -0{,}003 = -3 \cdot 10^{-3}\ \%^2.$$

Извлечения в продукты операций разделения рассчитываются по формулам (18)-(19). Результаты расчёта схемы представлены на рис. 6 и в табл. 3, 4.

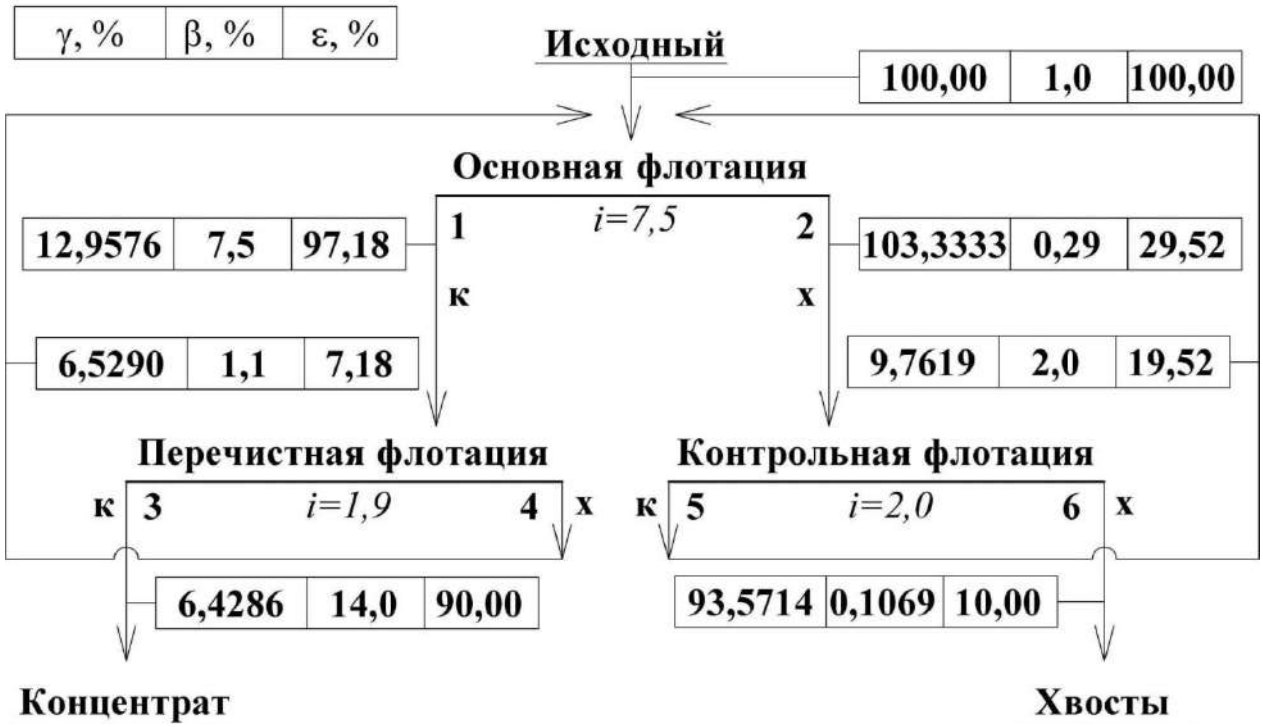


Рис. 6. Качественно-количественная схема обогащения

Таблица 4

Результаты расчёта качественно-количественной схемы обогащения

ПОСТУПАЕТ				ВЫХОДИТ			
Номер и наименование продукта	**Выход, %**	**Массовая доля, %**	**Извлечение, %**	**Номер и наименование продукта**	**Выход, %**	**Массовая доля, %**	**Извлечение, %**
Основная флотация							
Исходный	100,0000	1	100	1. Концентрат основной флотации	12,9576	7,5	97,18
4. Промпродукт перечистной флотации	6,5290	1,1	7,18	2. Хвосты основной флотации	103,3333	0,29	29,52
5. Концентрат контрольной флотации	9,7619	2	19,52				
Итого:	**116,2909**	**1,09**	**126,70**	**Итого:**	**116,2909**	**1,09**	**126,70**
Перечистная флотация							
1. Концентрат основной флотации	12,9576	7,5	97,18	3. Концентрат	6,4286	14,0000	90,00
				4. Промпродукт перечистной флотации	6,5290	1,1	7,18
Итого:	**12,9576**	**7,5**	**97,18**	**Итого:**	**12,9576**	**7,5**	**97,18**
Контрольная флотация							
2. Хвосты основной флотации	103,3333	0,29	29,52	5. Концентрат контрольной флотации	9,7619	2,00	19,52
				6. Хвосты	93,5714	0,1069	10,00
Итого:	**103,3333**	**0,29**	**29,52**	**Итого:**	**103,3333**	**0,29**	**29,52**

3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Номер варианта задается преподавателем. Номера задач в каждом варианте принимаются по таблице:

Вариант	Контрольная работа № 1	Контрольная работа № 2	Контрольная работа № 3
	номера задач		номер схемы
1	3, 11, 21, 35	3, 15	1
2	4, 15, 22, 38	10, 16	2
3	10, 13, 29, 33	4, 19	3
4	6, 14, 27, 31	8, 14	4
5	2, 18, 25, 36	1, 20	5
6	8, 17, 23, 37	5, 18	6
7	9, 20, 26, 32	7, 17	7
8	7, 19, 28, 40	9, 11	8
9	5, 12, 24, 39	2, 12	9
0	1, 16, 30, 34	6, 13	10

3.1. Контрольная работа № 1

Номер задачи	Условия задачи
1	Рассчитать выход никелевого концентрата, если массовая доля никеля в исходной руде составляет 3,4 %. Массовая доля никеля в концентрате 12 %, извлечение никеля в концентрат составляет 80 %.
2	Определить сколько тонн концентрата в сутки выдает фабрика, если выход концентрата составляет 4 %, а производительность фабрики по руде равна 800 т/ч.
3	Определить выход концентрата и хвостов, если фабрика перерабатывает руду с массовой долей меди 1,6 %, а после обогащения получают два продукта; концентрат с массовой долей меди 18 % и хвосты с массовой долей меди 0,2 %.
4	Рассчитать выход концентрата и извлечение свинца в концентрат, если фабрика перерабатывает 14000 т руды в сутки с массовой долей свинца 2,4 % и получает 600 т концентрата с массовой долей свинца 50 %.
5	Определить суточную производительность фабрики по руде, если фабрика выдает 800 т концентрата в сутки при выходе 2,5 %.
6	Определить массовую долю компонента в хвостах, если из 1000 т руды с массовой долей полезного компонента 0,8 % в процессе обогащения получено 16 т концентрата при извлечении 90 %.
7	Определить потери никеля в медном концентрате, если массовая доля никеля в нем равна 1,0 % и выход медного концентрата составляет 10 %. Массовая доля никеля в исходной руде равна 3 %.

Номер задачи	Условия задачи
8	Определить, сколько тонн свинцового концентрата в сутки выдает обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде составляет 5 000 т, массовая доля свинца в руде 1,8 %, а в концентрате 60 %. Извлечение свинца в концентрат 92 %.
9	Определить извлечение цинка в концентрат, если при суточной производительности фабрики 5000 т получают 150 т концентрата. Массовая доля цинка в руде 2 %, а в концентрате 60 %.
10	Определить потери меди и цинка в хвостах, если извлечение меди и цинка в медный концентрат соответственно 90 и 5 %, а в цинковый 6 и 85 %.
11	Определить выход медного концентрата, если массовая доля меди в руде 1,5 % в медном концентрате 18 %, а потери меди в хвосты 10 %.
12	Рассчитать извлечение полезного компонента в концентрат, если фабрика перерабатывает руду с массовой долей полезного компонента 20 %, а получает концентрат с массовой долей компонента 50 % и хвосты, с массовой долей компонента 2 %.
13	Рассчитать выход концентрата и извлечение в него полезного компонента, если из 1 000 т руды с массовой долей полезного компонента 0,8 % в процессе обогащения получено 13 т концентрата с массовой долей полезного компонента 60 %.
14	Определить, сколько тонн железного концентрата в сутки выдает обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 15 000 т, массовая доля железа в руде 18 %, а в концентрате 66 %. Извлечение железа в концентрат 90 %.
15	Определить извлечение цинка в концентрат, если массовая доля цинка в руде 2 %, в концентрате 50 %, в хвостах 0,5 %.
16	Рассчитать, сколько руды нужно переработать для получения 500 т концентрата, если его выход составляет 5 %.
17	Определить потери меди с цинковым концентратом, если выход цинкового концентрата 5 %, а массовая доля меди в нем 2 %. Массовая доля меди в исходной руде 1,2 %.
18	Рассчитать, сколько нужно переработать руды с массовой долей меди 1 % для получения 100 т концентрата с массовой долей меди 20 %, Массовая доля меди в хвостах 0,1 %.
19	Определить массовую долю компонента в хвостах, если извлечение его в концентрат 90 %, выход хвостов 95 %, массовая доля в исходном продукте 1 %.

Номер задачи	Условия задачи
20	Определить массовую долю металла в хвостах при обогащении руды с массовой долей металла 2 %, если извлечение его в концентрат составило 90 % при выходе концентрата 3,6 %.
21	Определить массовую долю компонента в исходной руде, если выход концентрата 8 %, извлечение 90 % и массовая доля компонента в нем 60 %.
22	Определить потери меди в цинковом концентрате, полученном при обогащении медно-цинковой руды с массовой долей меди 1,0 %, если выход цинкового концентрата 4,5 %, массовая доля меди в нем 4 %.
23	Определить количество свинца, потерянного в хвостах при флотации 6000 т руды с массовой долей свинца 4 %, если извлечение его в концентрат 85 %.
24	Шахта выдает рядовой уголь из трех лав: первая лава – 300 т/ч, A^d=9 %; вторая лава – 200 т/ч, A^d=12%; третья лава – 500 т/ч, A^d=8 %. Определить зольность угля, поступающего на обогащение.
25	Определить массовую долю железа в концентрате, если при обогащении железной руды с массовой долей железа 20 % выход концентрата 30 %, а извлечение 90 %.
26	Определить выход концентрата и извлечение P_2O_5 в концентрат, получаемый при обогащении апатитовой руды с массовой долей 20 % P_2O_5, если массовая доля P_2O_5 в концентрате 34,5 %, в хвостах 1 %.
27	Определить массовую долю золы и извлечение ее в хвосты, если ее извлечение в концентрат составляет 7 % при его выходе 70 %. Массовая доля золы в рядовом угле 24 %.
28	Определить массовую долю молибдена в концентрате, если при обогащении руды с массовой долей молибдена 0,1 %, выход концентрата 0,15 % при извлечении в него молибдена 80 %.
29	Определить выход концентрата и потери полезного компонента в хвостах, если из 2000 т руды с массовой долей полезного компонента 0,8 %, получено 26 т концентрата с массовой долей полезного компонента 48 %.
30	Определить зольность рядового угля, если на фабрику он поступает с трех шахт: 30 % – с шахты № 1, 50 % – с шахты № 2 и остальное с шахты №3. Зольность углей каждой шахты составляет соответственно 21, 19,5 и 24 %.
31	Фабрика после обогащения 3000 т руды с массовой долей металла 0,5 % получила 24 т концентрата с массовой долей металла 54 %. Какое извлечение было достигнуто при обогащении?
32	Сколько перерабатывает руды фабрика, если получается 100 т/ч концентрата с массовой долей меди 19,6 %. Массовая доля меди в руде 0,8 %, в хвостах 0,18 %.

Номер задачи	Условия задачи
33	Фабрика обогащает руду с массовой долей марганца 18 %. Производительность фабрики по руде составляет 300 т/ч. Определить выход концентрата и извлечение марганца в него, если массовая доля марганца в концентрате 45 %, а выпускается концентрата 60 т/ч.
34	Определить извлечение меди в концентрат, если при производительности фабрики 3000 т/сут получают 90 т концентрата с массовой долей меди 24 %. Руда поступает на фабрику с двух рудников в равном количестве с массовой долей меди соответственно 1,2 и 0,8 %.
35	На фабрику поступает рядовой уголь с зольностью 20 % и получается концентрат с зольностью 10 %. Каков выход концентрата и зольность хвостов, если производительность фабрики 350 т/ч, а на хвостохранилище отправляется 70 т/ч хвостов?
36	Определить выход концентрата и извлечение в него полезного компонента, если на фабрику поступает руда с массовой долей полезного компонента 15 %, а после обогащения получают концентрат и хвосты с массовой долей полезного компонента в них соответственно 45 и 5 %.
37	Определить количество олова и его массовую долю в суммарном концентрате, если на фабрике получают оловянный концентрат после обогащения руды на отсадочных машинах и концентрационных столах. С отсадочных машин получают 3 т/сут концентрата с массовой долей олова 20 %, а со столов – 2 т/сут, с массовой долей олова 15 %.
38	Определить выход и массу концентрата зольностью 8 %, получаемого при обогащении угля, если фабрика обогащает 250 т/ч угля с зольностью 16 % и получает хвосты с зольностью 65 %.
39	Определить массовую долю металла в хвостах при обогащении руды с массовой долей металла 2 %, если извлечение его в концентрат 88 %, а выход концентрата 4 %.
40	Рассчитать потери меди в цинковом концентрате, получаемом при обогащении медно-цинковой руды, поступающей на фабрику с двух рудников с массовой долей меди соответственно 1,5 % (60 % от общего количества руды) и 2 % (40 % от общего количества руды). Выход цинкового концентрата 10 %, массовая доля меди в нем 4 %.

3.2. Контрольная работа № 2

<table>
<tr><th>Номер задачи</th><th>Условия задачи</th></tr>
<tr><td colspan="2">Построение гранулометрических характеристик</td></tr>
<tr><td>1</td><td><table><tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr><tr><td>-1+0,5</td><td>31</td></tr><tr><td>-0,5+0,25</td><td>24</td></tr><tr><td>-0,25+0,15</td><td>15</td></tr><tr><td>-0,15+0</td><td>30</td></tr></table>Построить суммарную характеристику крупности «по плюсу». Определить по ней выход класса +0,3 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.</td></tr>
<tr><td>2</td><td><table><tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr><tr><td>-20+10</td><td>30</td></tr><tr><td>-10+5</td><td>28</td></tr><tr><td>-5+2,5</td><td>17</td></tr><tr><td>-2,5+1</td><td>13</td></tr><tr><td>-1+0</td><td>12</td></tr></table>Построить суммарную характеристику крупности «по минусу» и определить по ней выход класса -8+4 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.</td></tr>
<tr><td>3</td><td><table><tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr><tr><td>-25+12</td><td>42</td></tr><tr><td>-12+6</td><td>18</td></tr><tr><td>-6+3</td><td>16</td></tr><tr><td>-3+1</td><td>9</td></tr><tr><td>-1+0</td><td>15</td></tr></table>Построить суммарную характеристику крупности «по плюсу» и определить по ней выход класса -10+5 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.</td></tr>
<tr><td>4</td><td><table><tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr><tr><td>-500+250</td><td>25</td></tr><tr><td>-250+125</td><td>27</td></tr><tr><td>-125+50</td><td>20</td></tr><tr><td>-50+25</td><td>10</td></tr><tr><td>-25+0</td><td>18</td></tr></table>Построить суммарную характеристику крупности «по минусу» и определить по ней выход класса -200+75 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.</td></tr>
<tr><td>5</td><td><table><tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr><tr><td>-500+250</td><td>25</td></tr><tr><td>-250+125</td><td>27</td></tr><tr><td>-125+50</td><td>20</td></tr><tr><td>-50+25</td><td>10</td></tr><tr><td>-25+0</td><td>18</td></tr></table>Построить суммарную характеристику крупности «по плюсу» и определить по ней выход класса -160+40 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.</td></tr>
<tr><td>6</td><td><table><tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr><tr><td>-15+10</td><td>25</td></tr><tr><td>-10+5</td><td>30</td></tr><tr><td>-5+2</td><td>20</td></tr><tr><td>-2+1</td><td>10</td></tr><tr><td>-1+0</td><td>15</td></tr></table>Построить суммарную характеристику крупности «по минусу» и определить по ней выход класса -8+1 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Номер задачи</th><th>Условия задачи</th></tr>
<tr><td>7</td><td>
<table>
<tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr>
<tr><td>-1+0,5</td><td>26</td></tr>
<tr><td>-0,5+0,3</td><td>29</td></tr>
<tr><td>-0,3+0,15</td><td>21</td></tr>
<tr><td>-0,15+0,1</td><td>10</td></tr>
<tr><td>-0,1+0</td><td>14</td></tr>
</table>
По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности «по плюсу» и определить по ней выход класса -0,4+0,12 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.
</td></tr>
<tr><td>8</td><td>
<table>
<tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr>
<tr><td>-100+50</td><td>22</td></tr>
<tr><td>-50+25</td><td>25</td></tr>
<tr><td>-25+12</td><td>38</td></tr>
<tr><td>-12+6</td><td>10</td></tr>
<tr><td>-6+0</td><td>5</td></tr>
</table>
Построить суммарную характеристику крупности «по минусу» и определить по ней выход класса -40+15 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.
</td></tr>
<tr><td>9</td><td>
<table>
<tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr>
<tr><td>-100+75</td><td>10</td></tr>
<tr><td>-75+50</td><td>22</td></tr>
<tr><td>-50+25</td><td>18</td></tr>
<tr><td>-25+12</td><td>20</td></tr>
<tr><td>-12+6</td><td>10</td></tr>
<tr><td>-6+0</td><td>20</td></tr>
</table>
Построить суммарную характеристику крупности «по плюсу» и определить по ней выход класса -60+20 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.
</td></tr>
<tr><td>10</td><td>
<table>
<tr><th>Класс, мм</th><th>Частный выход, %</th></tr>
<tr><td>-50+25</td><td>20</td></tr>
<tr><td>-25+12</td><td>13</td></tr>
<tr><td>-12+5</td><td>7</td></tr>
<tr><td>-5+3</td><td>5</td></tr>
<tr><td>-3+0</td><td>55</td></tr>
</table>
Построить суммарную характеристику крупности «по минусу» и определить по ней выход класса -10 мм. Сделать вывод о преобладании тех или иных классов крупности.
</td></tr>
<tr><td colspan="2">Расчёт эффективности грохочения</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Определить эффективность грохочения материала -500+0 мм на сетке с размером отверстий 200 мм, если массовая доля класса -200+0 мм в надрешетном продукте 10 %. Характеристику крупности исходной руды принять по прямой линии.</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Определить массовую долю класса менее размера отверстия сита в исходном для грохочения продукте, если выход подрешетного продукта составляет 70 % при эффективности грохочения 80 %.</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Определить массовую долю нижнего класса в исходной руде, если выход подрешетного продукта составляет 40 %, а эффективность грохочения 80 %.</td></tr>
</table>

Номер задачи	Условия задачи
14	Определить к.п.д. грохота, если массовая доля нижнего класса в руде 40 %, а в надрешетном продукте 10 %.
15	Определить эффективность грохочения материала крупностью 200 мм на сетке с размером отверстия 50 мм, если выход надрешетного продукта 80 %. Гранулометрическую характеристику материала принять по прямой линии.
16	С какой эффективностью производится грохочение руды по сетке с размером отверстия 60 мм, если выход надрешетного продукта 82 %, гранулометрическая характеристика руды представляется прямой линией и максимальный кусок имеет диаметр 300 мм?
17	Какова эффективность грохочения, если выход надрешетного продукта 60 % и массовая доля нижнего класса в нем составляет 10 %?
18	Определить выход продуктов грохочения, если массовая доля нижнего класса в руде 50 %, в надрешетном продукте 10 %.
19	Рассчитать эффективность грохочения по всему нижнему классу, если выход надрешетного продукта 40 %, а массовая доля зерен крупнее размера отверстий сетки в руде составляет 35 %.
20	Определить производительность грохота по руде, если массовая доля нижнего класса в руде 30 % и в надрешетном продукте 10 %. Масса надрешетного продукта 778 т/ч.

3.3. Контрольная работа № 3

Рассчитать технологический баланс продуктов обогащения и технологические показатели всех продуктов для заданной по варианту схемы обогащения. Значениями массовой доли для промежуточных операций и продуктов схемы задаться самостоятельно.

Исходные данные для расчёта схем

Номер схемы	Массовая доля, %		Извлечение в концентрат, %
	в исходном	в концентрате	
1	1,7	43	85
2	1,0	17	87
3	1,5	33	95
4	1,6	22	90
5	1,2	45	97
6	1,8	23	89
7	1,4	25	93
8	2,5	6,5	80
9	1,5	20	84
10	1,3	23	88

Схема № 1

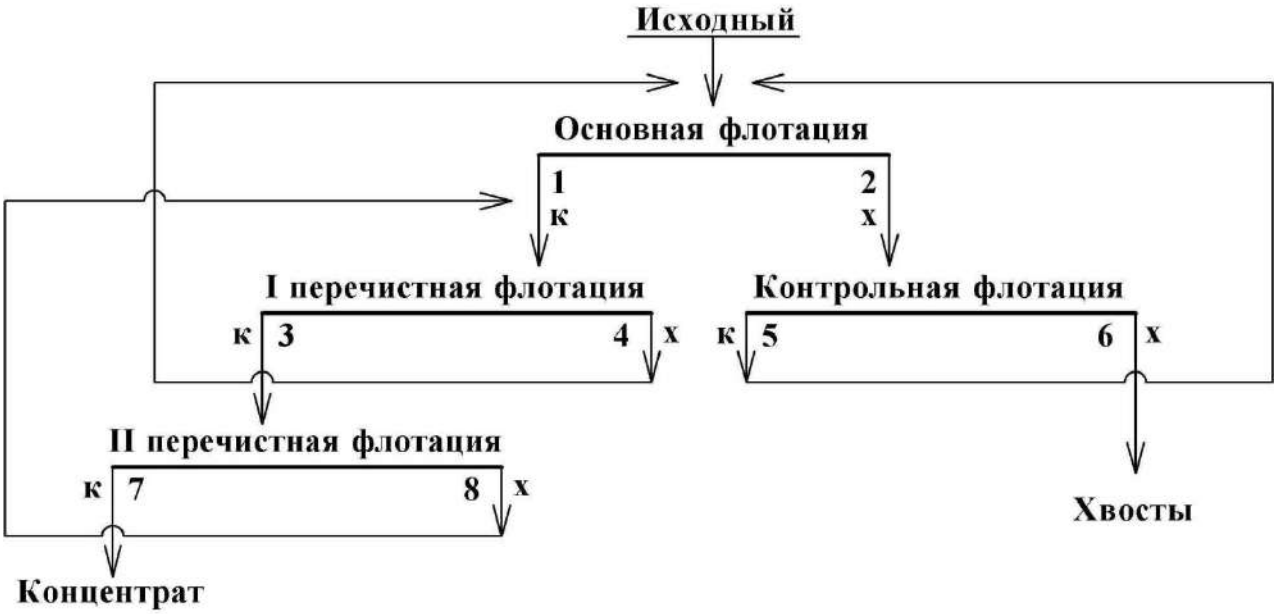


Схема № 2

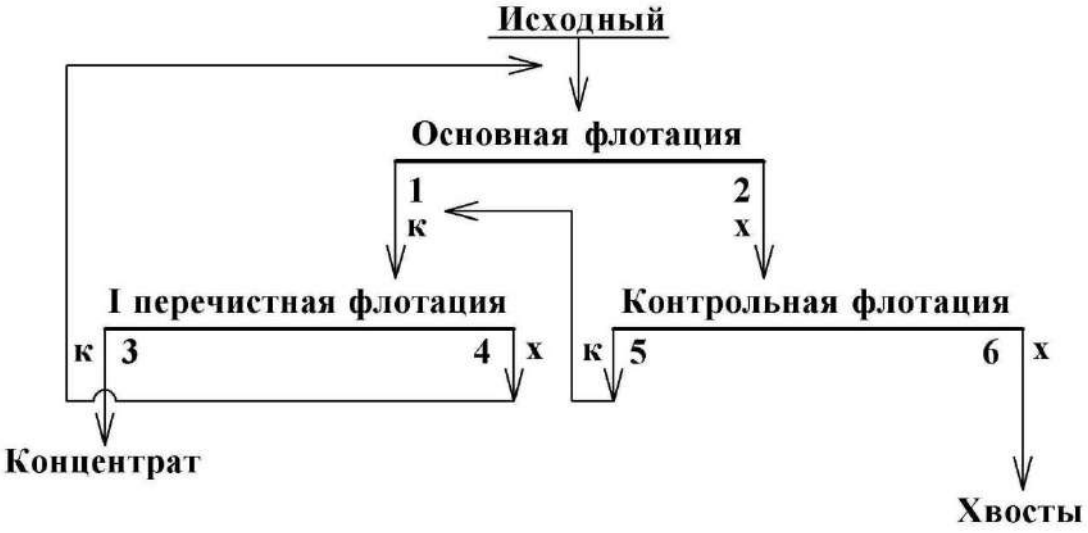


Схема № 3

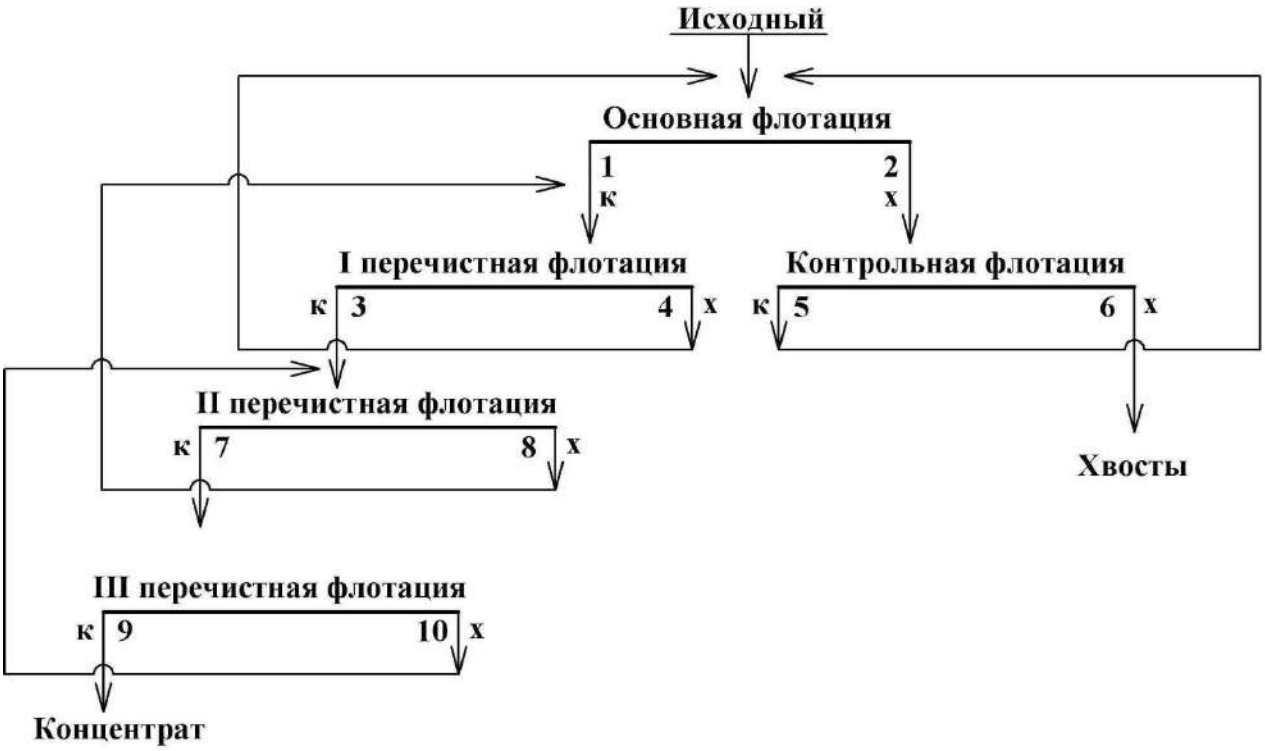


Схема № 4

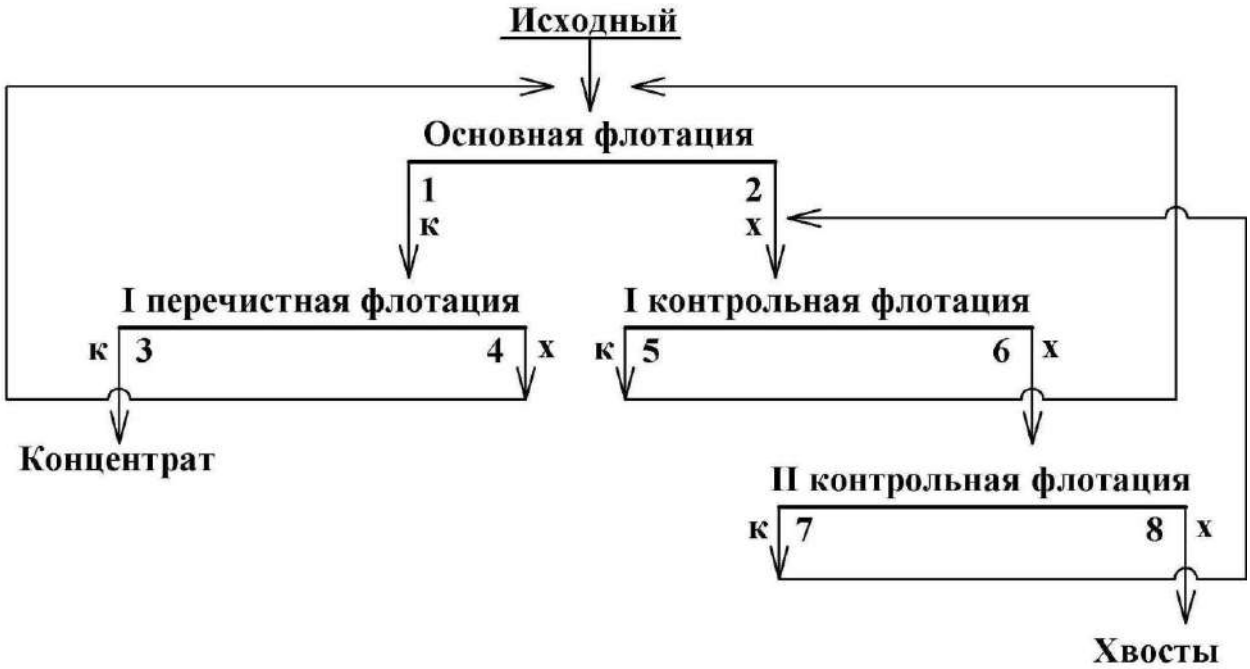


Схема № 5

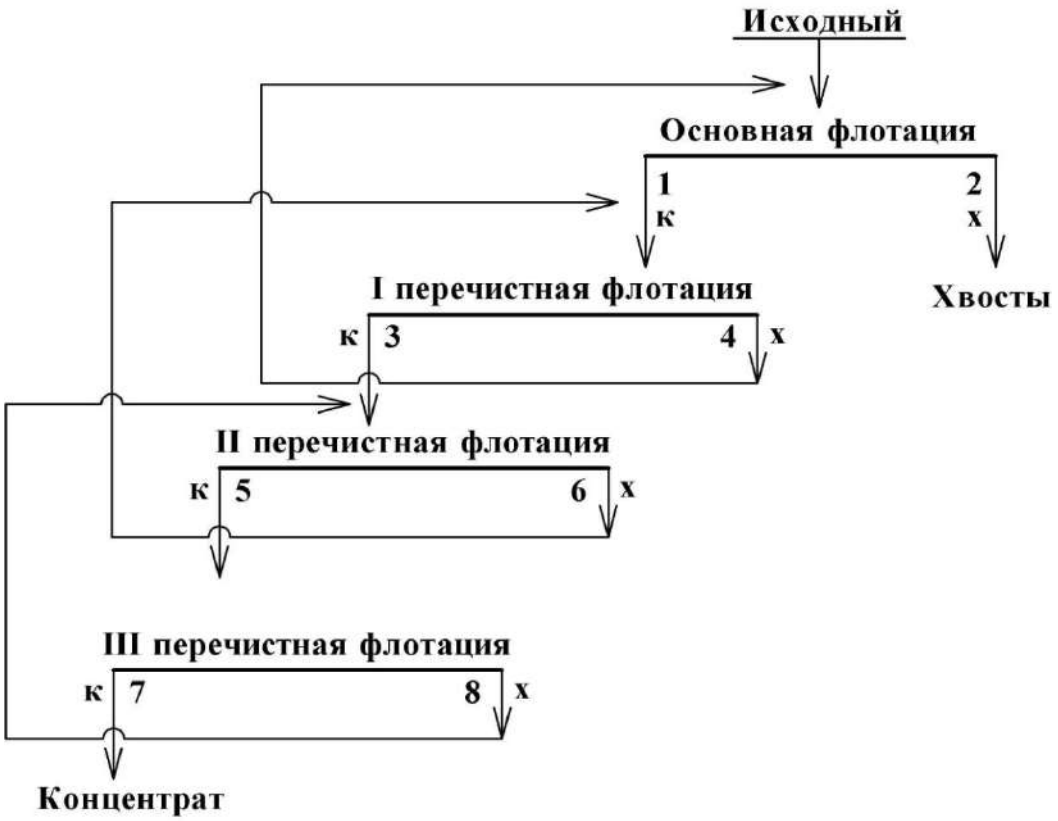


Схема № 6

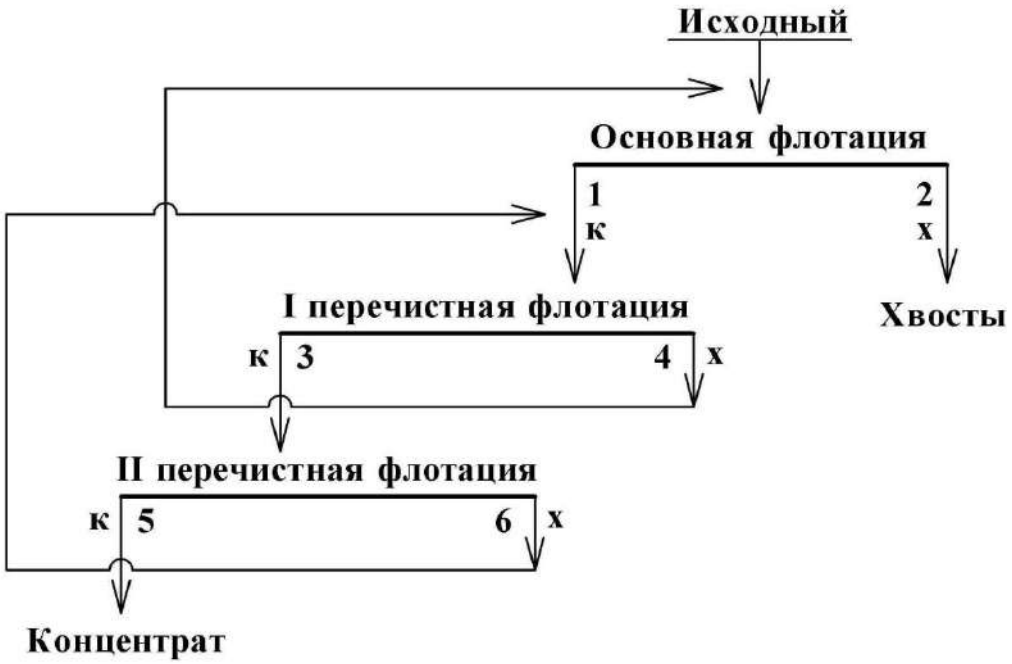


Схема № 7

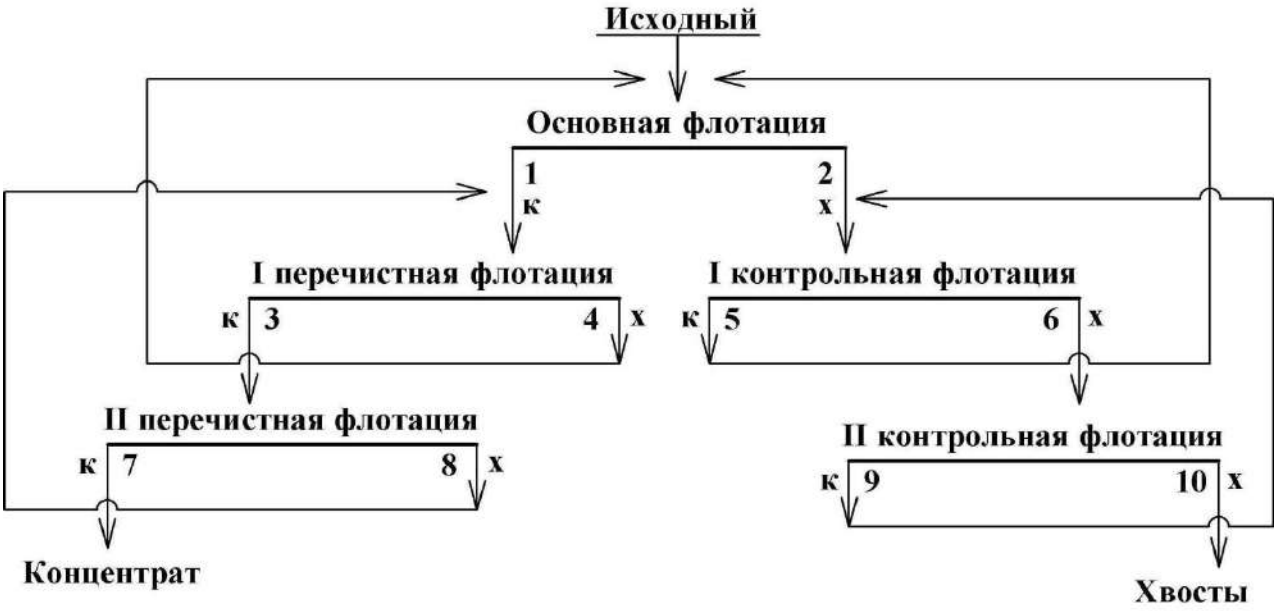


Схема № 8

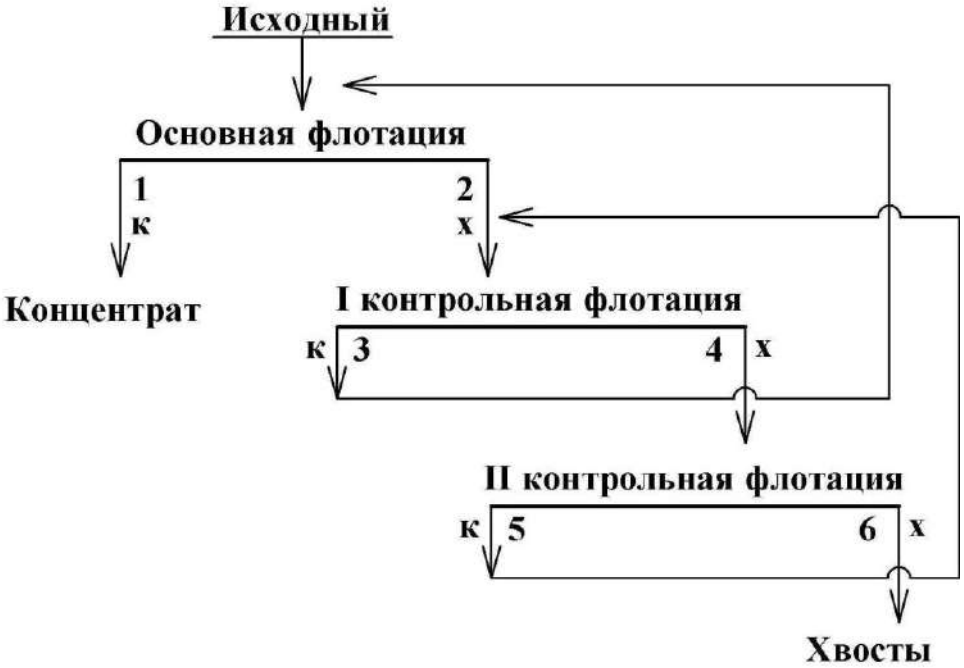
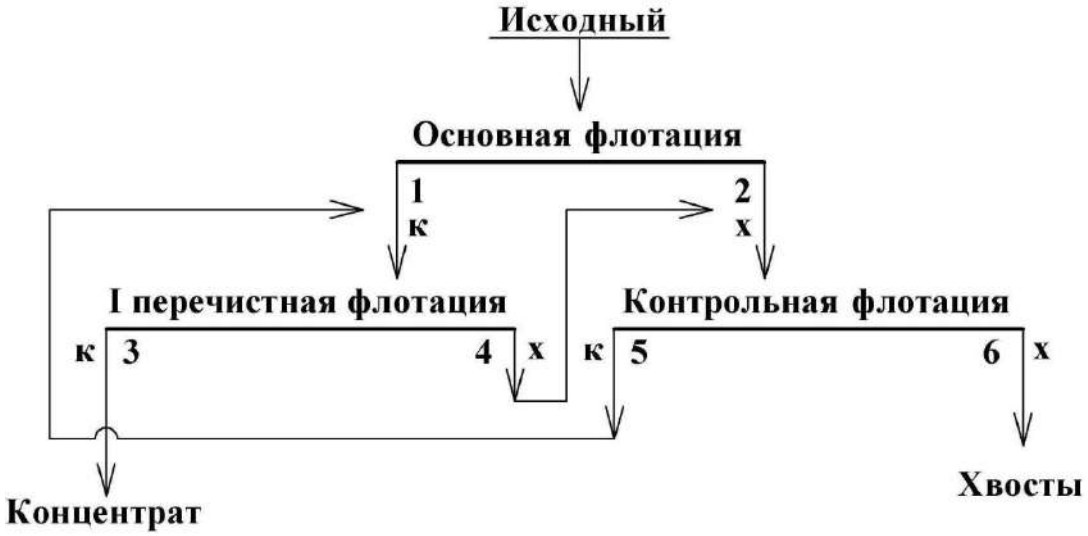


Схема № 9



Схема № 10



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Комлев С. Г.* Основы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие / С. Г. Комлев; Уральский гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 121 с.
2. *Комлев С. Г.* Технологические расчеты в обогащении полезных ископаемых. Выбор оборудования: методические указания по выполнению технологических разделов курсовых проектов и работ / С. Г. Комлев; Уральский гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. – 64 с.

Учебное издание

Комлев Сергей Григорьевич

Овчинникова Татьяна Юрьевна

Водовозов Константин Александрович

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания
по выполнению контрольных работ и варианты заданий
по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых»
для студентов направления 130400.65 – «Горное дело»
всех форм обучения

Редактор: *И. В. Козлов*

Подписано в печать 27.01.2015 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 2,19. Уч.-изд. л. 1,25. Тираж 200 экз. Заказ №_7_

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Е. Ф. Цыпин
Е. А. Бекчурина
И. Х. Хамидулин

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«28» июня 2018 г.
Председатель комиссии
_____ проф. В. П. Барановский

Е. Ф. Цыпин
Е. А. Бекчурина
И. Х. Хамидулин

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

УДК 622.7: 622.342
Ц 96

Рецензент: *Ю. П. Морозов*, доктор техн. наук, профессор кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 14 июня 2018 г. (протокол № 8) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Цыпин Е. Ф., Бекчурина Е. А., Хамидулин И. Х.
Ц 96 **ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Е. Ф. Цыпин, Е. А. Бекчурина, И. Х. Хамидулин; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2018. – 32 с.

Учебно-методическое пособие составлено применительно к условиям лабораторной базы кафедры обогащения полезных ископаемых УГГУ и включает методики выполнения лабораторных работ, предусмотренных программами изучения общего курса обогащения полезных ископаемых.

Для студентов всех форм обучения направления 21.05.04 – «Горное дело».

УДК 622.7: 622.342

© Уральский государственный горный университет, 2018
© Цыпин Е. Ф., Бекчурина Е. А., Хамидулин И. Х., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ДРОБЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. ГРОХОЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. СИТОВЫЙ АНАЛИЗ МЕЛКИХ ПРОДУКТОВ 8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ОБОГАЩЕНИЕ В ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ 12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ОБОГАЩЕНИЕ НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ 16
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ 19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. КОЛЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ СУЛЬФИДНОЙ РУДЫ 21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 29
ПРИЛОЖЕНИЕ А 30
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 31

ВВЕДЕНИЕ

Цель лабораторных занятий – развитие навыков проведения лабораторных опытов и помощь в закреплении теоретических знаний по дисциплине.

Лабораторные работы выполняются побригадно, а отчёт по работе каждый студент составляет самостоятельно. Отчёт по работе должен содержать изложение последовательности выполнения работы с необходимыми расчётами (таблица 1.1), схемой подготовки проб, схемой устройства для проведения опытов, эскизами основных узлов, таблицами результатов опытов, графиками, математическими зависимостями и выводами по проделанной работе.

Таблица 1.1 – Расчётные выражения для определения показателей обогащения

№ п/п	Показатель	Расчётные выражения	
		два продукта разделения	***n* продуктов разделения**
1	Баланс по материалу	$Q = C + T$ $100 = \gamma_{\hat{e}} + \gamma_{\tilde{o}}$	$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i$ $100 = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i$
2	Баланс по ценному компоненту	$Q \cdot \alpha = C \cdot \beta + T \cdot \vartheta$ $100 \cdot \alpha = \gamma_{\hat{e}} \cdot \beta + \gamma_{\tilde{o}} \cdot \vartheta$ $100 = \varepsilon_{\hat{e}} + \varepsilon_{\tilde{o}}$	$100 \cdot \alpha = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \cdot \beta_i$
3	Массовая доля ценного компонента	$\alpha = (P_{\alpha} / Q) \cdot 100, \ \%$ $\beta = (P_{\beta} / \tilde{N}) \cdot 100, \ \%$ $\vartheta = (P_{\vartheta} / T) \cdot 100, \ \%$	$\beta_i = \frac{P_i}{Q_i} \cdot 100, \ \%$
4	Выход продукта	$\gamma_{\hat{e}} = (C/Q) \cdot 100 = \frac{(\alpha - \vartheta)}{(\beta - \vartheta)} \cdot 100, \ \%$ $\gamma_{\tilde{o}} = (T/Q) \cdot 100 = \frac{(\beta - \alpha)}{(\beta - \vartheta)} \cdot 100, \ \%$	$\gamma_i = \frac{Q_i}{Q} \cdot 100, \ \%$
5	Извлечение ценного компонента в продукт	$\varepsilon_{\hat{e}} = \frac{C \cdot \beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{(\alpha - \vartheta) \cdot \beta}{(\beta - \vartheta) \cdot \alpha} \cdot 100, \ \%$ $\varepsilon_{\tilde{o}} = \frac{T \cdot \vartheta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{(\beta - \alpha) \cdot \vartheta}{(\beta - \vartheta) \cdot \alpha} \cdot 100, \ \%$	$\varepsilon_i = \gamma_i \cdot \frac{\beta_i}{\alpha}$

где Q, C, T – массы исходного материала, концентрата и хвостов, соответственно; $\gamma_к$; $\gamma_х$ – выход концентрата и хвостов, соответственно; α, β, ϑ – массовые доли компонента соответственно в исходном материале, в кон-

центрате, хвостах; Q_i, γ_i, – масса и выход i-ого продукта; P_α, P_β, P_ϑ, P_i – масса ценного компонента в исходном материале, концентрате, хвостах, в i-ом продукте разделения; $\varepsilon_к$, $\varepsilon_х$ – извлечение ценного компонента в концентрат и в хвосты, соответственно.

На титульном листе отчёта должны быть указаны название работы, шифр группы, фамилия исполнителя. Отчёт должен быть подписан студентом.

Защиту отчёта проводят после его проверки преподавателем. При защите необходимо знать цель работы, устройство и назначение применяемых аппаратов, способы управления и органы управления, методику проведения работы, формулы (таблица 1.1), использованные для расчётов, а также уметь объяснять полученные результаты и закономерности.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1
ДРОБЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. Цель:

- изучить конструкции щековой и валковой дробилок;
- изучить способ дробления исходного продукта;
- определить степень дробления;
- определить фактическую производительность щековой и валковой дробилок.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала (крупность 150-0 мм);
- дробилка щековая;
- дробилка валковая;
- секундомер;
- набор стандартных лабораторных сит;
- линейка с делениями (штангенциркуль);
- весы;
- совки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу материала.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию дробилки и определить конструктивные и механические параметры.
4. Определить средний максимальный кусок до дробления.
5. Соблюдая меры предосторожности, пропустить пробу через ще-

ковую дробилку. При этом зафиксировать продолжительность цикла дробления.

6. Определить средний максимальный кусок после дробления.
7. Соблюдая меры предосторожности, пропустить пробу через валковую дробилку. При этом зафиксировать продолжительность цикла дробления.
8. Определить средний максимальный кусок после дробления.
9. Убрать рабочее место в лаборатории.
10. Обработать результаты работы.
11. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 1

Для определения среднего максимального куска руды, как до, так и после дробления, отбирают 3 максимальных куска (визуально) и производят замер каждого из них в трёх направлениях. Для удобства рекомендуется использовать ёмкость с прямым углом, в уголок которой следует поместить кусок и обмерить.

Величину (мм) максимального куска D определяют по формуле среднеарифметического:

$$D = \frac{L + B + H}{3},$$

где L – длина куска, мм;

B – ширина куска, мм;

H – высота куска, мм.

Средний максимальный размер куска определяют по формуле:

$$D_{\max}^{\text{ср}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}.$$

Аналогично рассчитывают средний максимальный кусок для дроблёного материала $d_{\max}^{\text{ñð}}$.

Степень дробления находят по формуле:

$$i_{cp} = \frac{D_{\max}^{\text{ср}}}{d_{\max}^{\text{ср}}},$$

где $D_{\max}^{\text{ср}}$ – средний максимальный кусок руды до дробления, мм;

$d_{\max}^{\text{ср}}$ – средний максимальный кусок руды после дробления, мм.

Фактическую производительность Q определяют по формуле:

$$Q = 3{,}6\frac{q}{t},\ \text{т/ч},$$

где q – количество дробленой руды, кг;

t – время дробления, с.

В выводах по работе следует отразить результаты определения степеней дробления и производительности дробилок.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2
ГРОХОЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу самоцентрирующегося инерционного грохота;
- изучить способ изменения режима работы грохота;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба после дробления в валковой дробилке;
- грохот самоцентрирующийся;
- секундомер;
- набор стандартных лабораторных сит;
- линейка с делениями (штангенциркуль);
- весы;
- совки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию грохота и определить конструктивные и механические параметры.
4. Засыпать пробу в приёмный бункер при закрытом затворе.
5. Включить грохот. Открыть затвор бункера для подачи материала на просеивающую поверхность. Продолжительность грохочения оценивать с точностью до десятых долей секунды: начало – в момент попадания первых зёрен на просеивающую поверхность; окончание – в момент выхода из бункера основной массы материала. В течение опыта необходимо следить за тем, чтобы материал не зависал в бункере. Очистить бункер.
6. Выключить грохот и зачистить поддон, перезапустить грохот несколько раз («пуск-остановка» – два-три раза) до полной очистки.

7. Взвесить надрешётный и подрешётный продукты.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы, определить эффективность грохочения.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 2

Определение эффективности грохочения.

Существуют несколько методов определения эффективности грохочения, характеризующих полноту перехода частиц менее размера отверстия просеивающей поверхности в подрешётный продукт.

Наиболее общим является метод, рассматривающий эффективность грохочения как отношение массы подрешетного материала ко всей массе материала такой же крупности, содержащейся в руде, поступающей на грохот

$$E_1 = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot 100, \%,$$

где Q_1 – масса подрешётного материала (крупность материала $-a+0$ мм), кг;

Q_2 – масса материала той же крупности в исходном материале, поступающем на грохочение (крупность материала $-a+0$ мм), кг;

a – размер отверстий просеивающей поверхности грохота, мм.

Однако, на производстве практически трудно взвешивать подрешётный продукт. Для определения эффективности грохочения отбирают пробы исходной руды и надрешётного продукта, определяют в них содержание класса крупности $-d_c+0$ мм. Эффективность грохочения рассчитывают по формуле:

$$E_2 = \frac{\alpha - \vartheta}{\alpha \cdot (100 - \vartheta)} \cdot 10^4, \%$$

где α – массовая доля зерен минус a в исходном продукте, %;

ϑ – массовая доля зерен минус a в верхнем продукте, %.

В выводах по работе следует привести результаты расчёта эффективности грохочения по двум формулам и сравнить их.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3
СИТОВЫЙ АНАЛИЗ МЕЛКИХ ПРОДУКТОВ

1. Цель:

- изучить методику проведения ситового анализа;

- определить гранулометрический состав продукта;
- изучить конструкцию и работу вибровстряхивателя;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала крупностью –1+0 мм;
- набор стандартных лабораторных сит;
- вибровстряхиватель;
- весы электронные.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию стандартных сит и вибровстряхивателя.
4. Собрать комплект сит и поместить пробу на верхнее сито.
5. Провести ситовый анализ в течение времени, заданного преподавателем.
6. Определить массы полученных классов крупности: содержимое каждого сита перенести на листы бумаги и подписать классы; взвесить полученные классы крупности.
7. Убрать рабочее место в лаборатории.
8. Обработать результаты работы: рассчитать частный и суммарный выходы классов крупности в процентах от исходной навески, построить частную и суммарную гранулометрические характеристики.
9. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 3

При проведении исследования на обогатимость полезных ископаемых весьма важной операцией является ситовый анализ.

Для производства ситовых анализов используют набор лабораторных стандартных сит. Конструкция стандартных сит представляет собой круглые ободы диаметром 150-300 мм, высотой от 25 до 50 мм, со вставленными в эти ободы ситами. Набор сит собирают в комплект с крышкой и поддоном.

Размеры отверстий смежных сит должны изменяться плавно, с определенной закономерностью. Почти во всех стандартных ситах это осуществляется применением постоянного множителя – модуля ситовой шкалы. Последовательный ряд размеров отверстий сит составляет геометрическую прогрессию – шкалу классификации.

Лабораторную работу выполняют на наборе сит с модулем 2.

За основание в наборе сит принято сито 200 меш, где 200 – число отверстий на одном линейном дюйме сетки. Размер отверстия этого сита равен 0,071 мм. На основание последовательно устанавливают сита с размерами отверстий 0,16 мм, 0,315 мм, 0,63 мм, 1,25 мм, 2,5 мм. Нижнее сито устанавливают в поддон такого же диаметра.

На верхнее сито загружают пробу материала в количестве 100-150 г, плотно закрывают крышкой, комплект сит устанавливают на вибровстряхиватель и закрепляют.

Продолжительность ситового анализа для данной пробы определяют экспериментально.

Первоначально продолжительность встряхивания принимается равной 10 минутам, после чего содержимое каждого сита переносят на листы бумаги и классы подписывают.

Качество рассева проверяют по классу минус 0,071 мм. Для этой цели класс крупности –0,16+0,071 мм взвешивают, переносят снова на сито 0,071 мм и подвергают ручному рассеву в течение 1 мин.

Если в результате контрольного рассева выход класса крупности минус 0,071 мм меньше 1 % от первоначальной массы класса крупности –0,16+0,071 мм, то рассев можно считать оконченным, каждый класс крупности взвешивают, и рассчитывают выходы классов крупности.

Если выход класса крупности минус 0,071 мм при контрольном рассеве более 1 %, то все классы крупности подвергают повторному рассеву в течение 5 мин.

После дополнительного просеивания снова повторяют контрольный ручной рассев, как это было описано выше, и так до тех пор, пока при контрольном рассеве выход класса крупности минус 0,071 мм не окажется менее 1 %. После этого все полученные классы крупности взвешивают, и результаты ситового анализа заносят в таблицу 3.1.

Расчёты частных выходов осуществляют по формуле выхода из таблицы 1.1.

По данным таблицы 3.1 строят кривые ситового анализа (гранулометрические характеристики) по частным и суммарным выходам. При этом по оси абсцисс откладывают размеры отверстий сит в миллиметрах, а по оси ординат – суммарные и частные выходы классов крупности в процентах.

Пример представления результатов ситового анализа приведён в таблице 3.2 и на рисунке 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты ситового анализа

Классы крупности, мм	**Выход**			
	Частный		**Суммарный**	
	г	**%**	**«по плюсу»**	**«по минусу»**
+2,5 –2,5+1,25 –1,25+0,63 –0,63+0,315 –0,315+0,16 –0,16+0,071 –0,071+0			 100,0	100,0
Итого		100,0		

Таблица 3.2 – Результаты ситового анализа дроблёной руды

Класс крупности, мм	**Выход, %**			
	Частный		**Суммарный**	
	г	**%**	**«по плюсу»**	**«по минусу»**
+2,5	15,0	8,33	8,33	100,00
–2,5+1,25	12,0	6,67	15,00	91,67
–1,25+0,63	20,0	11,11	26,11	85,00
–0,63+0,315	25,0	13,89	40,00	73,89
–0,315+0,16	35,0	19,44	59,44	60,00
–0,16+0,071	55,0	30,56	90,00	40,56
–0,071+0	18,0	10,00	100,00	10,00
Итого:	180,0	100,00	-	-

Суммарный выход «по плюсу» показывает, какой процент из всей исходной пробы остался бы на данном сите, если бы в данном наборе сит оно было верхним. Расчёт суммарного выхода «по плюсу» осуществляют сверху вниз.

Суммарный выход по «минусу» показывает, какой процент из всей исходной пробы прошел бы через данное сито, если бы в данном наборе сит оно было нижним. Расчёт суммарного выхода по «минусу» осуществляют снизу вверх.

По форме кривой делают вывод о преобладании в пробе крупных или мелких классов.

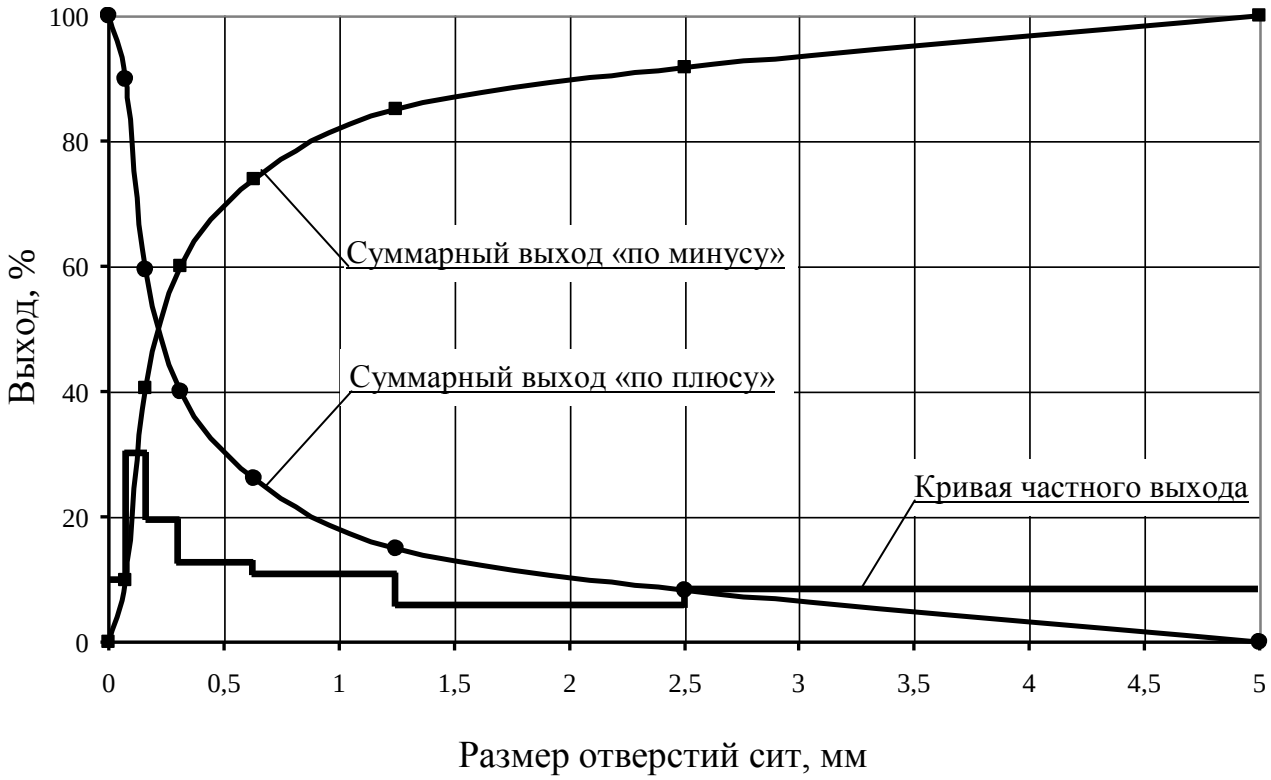


Рисунок 3.1 – Частная и суммарные гранулометрические характеристики

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4
ОБОГАЩЕНИЕ В ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ

Гравитационные процессы обогащения основаны на различии в закономерностях движения различных минералов в той или иной среде под действием сил тяжести или инерционных сил. В большинстве случаев различие в закономерностях движения минералов в среде обусловлено разностью в плотности минералов, но нужно понимать, что это различие может быть обусловлено при разной плотности минералов различными размерами минеральных частиц или различной их формой.

К гравитационным процессам относят: обогащение отсадкой, обогащение на концентрационных столах, в винтовых и центробежных сепараторах, на шлюзах, обогащение в тяжёлых средах, классификация и другие. Гравитационные процессы, в зависимости от среды, в которой происходит обогащение, подразделяют на гидравлические (среда – вода) и пневматические (среда – воздух).

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу поршневой отсадочной машины;
- освоить регулировку процесса отсадки;

- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (каменный уголь);
- машина отсадочная поршневая;
- совки;
- весы технические.

Процесс разделения минералов по плотности в вертикальном потоке воды, переменном по направлению и амплитуде, называется ***отсадкой***.

Лабораторную работу выполняют на гидравлической поршневой двухкамерной отсадочной машине с неподвижным решетом и с боковой разгрузкой тяжёлых фракций (рисунок 4.1).

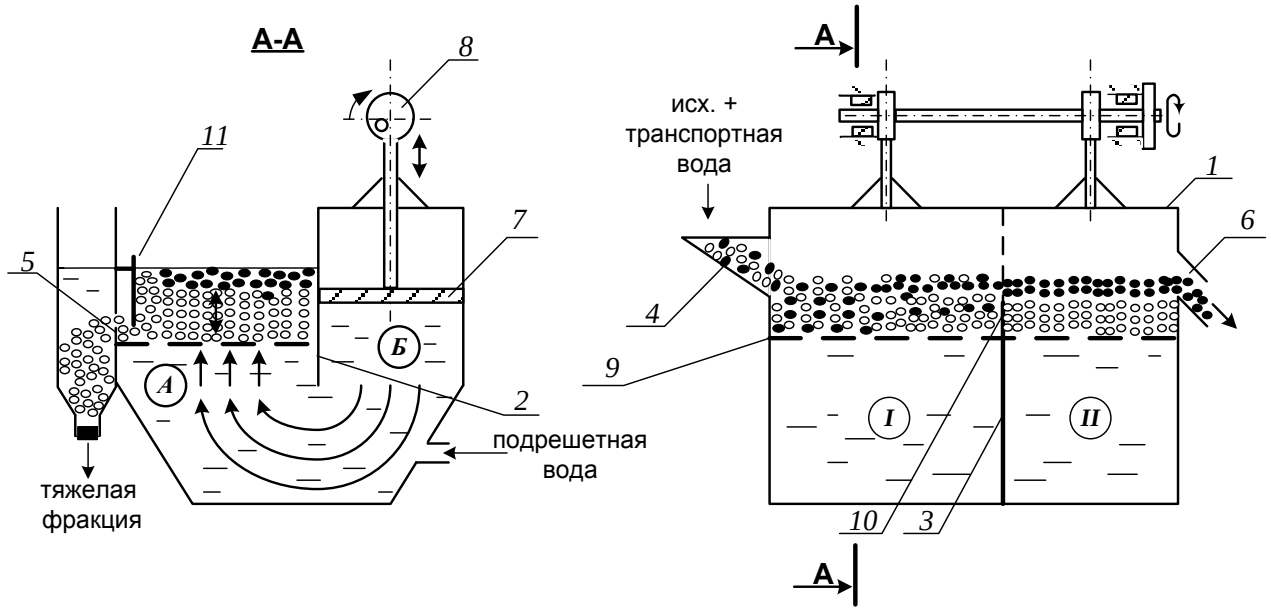


Рисунок 4.1 – Поршневая отсадочная машина

Машина состоит из корпуса 1, который продольной перегородкой 2, не доходящей до дна, разделён на два отделения: отсадочное А и поршневое Б, в котором расположены поршни 7, приводимые в движение эксцентриковым приводом 8.

Корпус машины разделён в поперечном направлении перегородкой 3 на два самостоятельных отделения. В отделении *I* со стороны загрузочной коробки 4 во время работы происходит накопление тяжёлой фракции (породы); в отделении *II* – сростков тяжёлого и лёгкого минералов (промежуточного продукта), а лёгкая фракция через сливной порог 6 выносится водой.

Расслоение обогащаемого материала отсадочной постели по плотности происходит в машине под действием вертикальных пульсаций подрешётной воды. При движении воды вверх зёрна меньшей плотности поднимаются выше, чем зёрна большей плотности (более тяжёлые). При движении потока воды вниз, наоборот, зёрна большей плотности оседают быстрее лёгких зерен. Так происходит постепенное расслоение материала, находящегося в машине, по плотностям.

Движение каждого минерального зерна и всей отсадочной постели вдоль машины по отсадочному решету 9 происходит за счёт транспортной воды и избытка подрешётной воды.

В начале работы, спустя некоторое время после начала загрузки исходного продукта в отделении *I* накапливается слой материала – отсадочная постель. Когда общая высота слоя материала будет больше высоты порога 10, разделяющего отсадочное решето в поперечном направлении, лёгкая фракция и часть тяжёлой фракции будут переходить во второе отделение машины *II*. Во втором отделении слой материала, накапливаясь и продвигаясь вдоль машины, достигает сливного порога 6, по которому лёгкие минералы вместе с водой скатываются, разгружаясь из машины.

Чтобы зёрна, имеющие большую плотность, не разгружались через сливной порог 6 при накоплении их в отделении *II* примерно до половины высоты сливного порога, открывают заслонки 11 в обоих отделениях, приподнимая их на такую высоту, чтобы в щели под заслонкой проходили зёрна тяжёлого минерала, но не уходили зёрна лёгкого минерала.

Разгрузку тяжёлой фракции в отделении *I* регулируют заслонкой 11 таким образом, чтобы получать в разгрузке только тяжёлые зерна (породу), а в отделении *II* – разгружать породу и сростки так, чтобы в слив уходил чистый уголь без частиц породы.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры поршневой отсадочной машины.
3. Провести обогащение каменного угля с получением трёх продуктов: лёгкой фракции (уголь), тяжёлой фракции (породы) и промежуточной фракции (промпродукта).
4. Открыть краны на трубопроводах, подающих транспортную и подрешётную воду и заполнить машину водой. Под разгрузочный порог подставить приёмник лёгкой фракции (коробка с

перфорированным дном).

5. Когда вода начнёт переливаться через порог 6, включить привод поршней машины. После этого начать загружать обогащаемый материал в приёмную коробку 4 вручную совками и продолжать загрузку до конца опыта.
6. При работе отсадочной машины необходимо следить за накоплением материала в отделениях *I, II*. Когда слой тяжёлых (породных) частиц достигнет примерно половины высоты сливного порога 6 во втором отделении, открыть заслонки 11, регулируя высоту их подъема, как указывалось выше. С этого момента начинается разгрузка породной и промпродуктовой фракции в боковые карманы.
7. В ходе работы необходимо следить за тем, чтобы отсадочная постель хорошо разрыхлялась в восходящем потоке воды и была подвижной – перемещалась импульсами вдоль машины. Последнее достигается одним или сочетанием следующих факторов оперативной регулировки:
   - изменением количества подаваемой подрешётной воды;
   - изменением количества загружаемого в машину обогащаемого продукта;
   - изменением величины разгрузочных щелей.

   Следует знать, что кроме этих факторов регулирования работы машины можно осуществлять изменением числа ходов поршней в минуту и величиной хода поршней (размахом колебаний). Значение этих факторов подбирают и устанавливают при настройке машины для обогащения того или иного исходного материала заранее, а при работе машины менять эти факторы не представляется возможным.
8. При работе машины необходимо следить за наполнением приёмников тяжёлой и промпродуктовой фракций, расположенных сбоку машины. Когда слой материала в приёмниках достигнет уровня разгрузочных щелей, опыт прекращают в такой последовательности:
   - прекратить загрузку материала в машину;
   - отключить привод машины;
   - прекратить подачу воды в машину.
9. Полученные продукты обогащения разгрузить, произвести обезвоживание дренированием и взвесить. Рассчитать выходы продуктов разделения.

10. Убрать рабочее место в лаборатории.
11. Обработать результаты работы.
12. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 4

Массовые доли золы в продуктах задаёт преподаватель, остальные показатели рассчитывают по уравнению баланса и по известным формулам. Результаты расчета представляют в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты обогащения угля на поршневой отсадочной машине

Продукты обогащения	**Выход**		**Массовая доля золы, A^d, %**	**Извлечение золы, %**
	кг	%		
Концентрат				
Промпродукт				
Хвосты (порода)				
Итого:		100,0	$A^d_{исх}$	100,0

В выводах по работе следует описать личные наблюдения за возможностью регулирования процесса отсадки в машине, сравнить качество полученных продуктов разделения на основании их визуальной оценки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5
ОБОГАЩЕНИЕ НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ

Обогащение мелких классов крупности (менее 3-4 мм) оловянных, вольфрамовых, марганцевых и им подобных руд и углей осуществляют на сотрясательных концентрационных столах.

1. Цель:

- изучить конструкцию сотрясательного концентрационного стола;
- освоить регулировку процесса разделения на деке концентрационного стола при визуальном наблюдении за процессом разделения;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба измельчённой руды массой 5-7 кг;
- стол сотрясательный концентрационный СК-1;

- совки;
- весы технические.

Стол (рисунок 5.1) состоит из деки 1 с рифлями 2, привода деки 3, механизма изменения угла наклона деки 4, питающего жёлоба 5, жёлоба для подачи смывной воды 6.

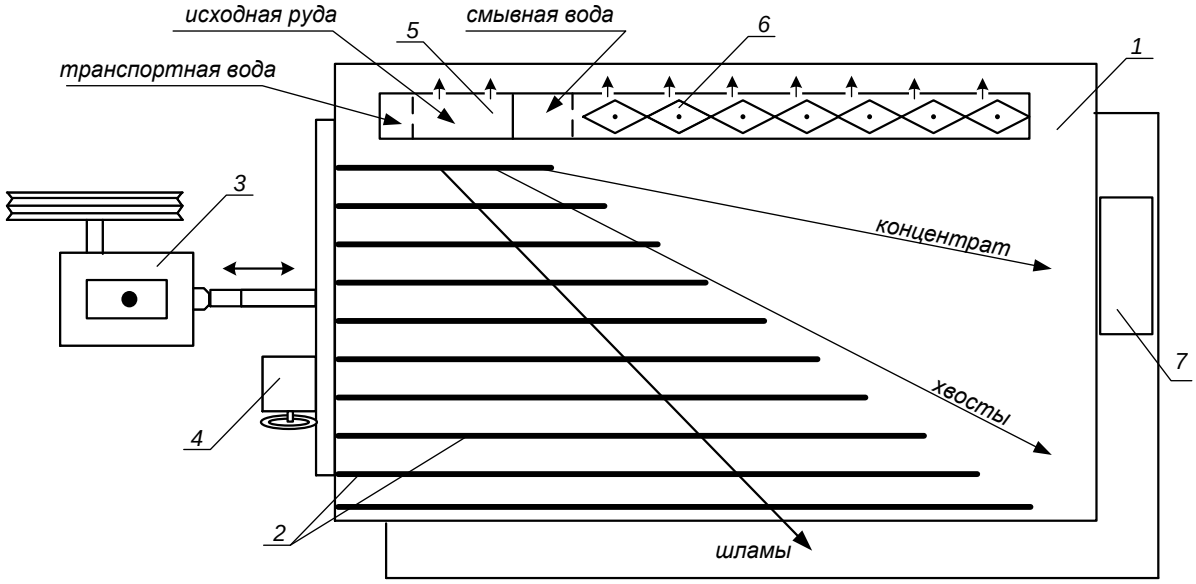


Рисунок 5.1 – Схема концентрационного стола

Разделение минералов по плотности на деке стола происходит за счёт различия в направлении движения лёгких и тяжёлых частиц по деке стола при одновременном действии на частицы минералов сил инерции, силы тяжести и гидродинамического напора смывной воды.

Вследствие сегрегации частиц в пространстве между рифлями тяжёлые частицы имеют больший контакт с декой и за счёт возвратно-поступательных движений деки продвигаются преимущественно вдоль неё. Лёгкие частицы, занимая верхний слой, испытывают большее воздействие потока смывной воды и движутся преимущественно поперек деки стола. На деке стола образуется «веер» частиц, располагающихся сверху-вниз по схеме: мелкие тяжёлые частицы → крупные тяжёлые, мелкие лёгкие → крупные лёгкие → шламы.

Частицы различных по плотности минералов, как правило, отличаются по цвету или блеску, что существенно упрощает наблюдение за образованием и распределением веера продуктов на деке стола.

Изменяя скорость смывного потока воды, можно «расширить» или «сузить» веер на гладкой поверхности деки (за рифлями).

Скорость смывного потока воды регулируют двумя факторами: расходом смывной воды и углом поперечного наклона деки стола.

Качество концентрата зависит от того, какую часть веера (верхнюю) направить в приёмник концентрата. Регулирование количества отсекаемого концентрата из веера частиц осуществляют передвижным жёлобом или перемещением приёмника концентрата вдоль среза деки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры сотрясательного концентрационного стола;
3. Включить привод стола. Открыть краны на трубопроводе, подающем воду в питающий жёлоб и в жёлоб смывной воды. Отрегулировать равномерность потока смывной воды по деке стола поворотом резиновых флажков в жёлобе.
4. Настроить процесс разделения. Для этого в приёмный жёлоб загрузить несколько совков исходной руды, которая смывается водой на деку стола. Наблюдая за образованием веера частиц на деке стола, продолжать периодически загружать руду в приемный жёлоб. Отрегулировать ширину и чёткость веера частиц изменением расхода смывной воды и изменением угла наклона деки с помощью штурвала механизма 4 (рисунок 5.1). При получении чёткого веера частиц на деке стола регулирование стола прекратить.
5. Пробу постепенно совком загрузить в приёмный жёлоб. При этом необходимо наблюдать за веером частиц и при необходимости отрегулировать его. Кроме того, нужно следить за шириной части веера частиц, отсекаемой в приёмник концентрата с тем, чтобы забирать в приёмник концентрата постоянную ширину полосы концентрата. При необходимости приёмник можно передвигать.
6. После окончания загрузки руды выждать, пока вся руда не пройдёт по деке и не разгрузится в соответствующие приёмники.
7. Из полученного концентрата слить воду и взвесить его. Определить массу концентрата с учётом его влажности.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 5

Массы продуктов разделения и рассчитанные технологические показатели обогащения на концентрационном столе занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты обогащения на концентрационном столе

Продукты обогащения	**Выход**		**Массовая доля извлекаемого компонента, %**	**Извлечение компонента, %**
	кг	**%**		
Концентрат				
Хвосты (порода)				
Исходная руда		100,0		100,0

Все расчёты осуществляют по известным формулам.

По результатам опыта делают выводы, в которых следует отразить личные наблюдения за процессом разделения минералов на деке стола и за возможностью регулирования процесса разделения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6
ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ

Фракционный анализ угля – это разделение угля по плотности на фракции, осуществляемое в тяжёлых средах с заданными плотностями тяжёлых сред. В качестве тяжёлых сред в лабораторных условиях применяют чаще всего водные растворы хлористого цинка ($ZnCl_2$).

1. Цель:

- изучить методику определения фракционного состава угля;
- изучить методику построения кривых обогатимости угля;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (каменный уголь) массой 5-10 кг;
- набор бачков с раствором хлористого цинка различной плотности;
- дешламационный бачок с сетчатым дном;
- бачки для ссыпания фракций различной плотности;
- сетчатый черпак для снятия всплывших фракций;
- совки;
- ареометр для проверки плотности растворов хлористого цинка;

- кружка для проверки плотности раствора хлористого цинка;
- резиновые перчатки для каждого члена бригады;
- весы технические.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Взвесить пробу.
3. Пробу засыпать в дешламатор (бачок с сетчатым дном) и подвергнуть дешламации орошением сильной струей воды или многократным опусканием и встряхиванием дешламатора с навеской угля в бачок с водой.
4. Дать воде стечь из дешламатора, после чего опустить дешламатор с исследуемой навеской в бачок с раствором хлористого цинка с наименьшей плотностью.
5. Всплывшую часть исследуемой навески снять сетчатым черпаком, давая стечь в бачок раствору хлористого цинка, и ссыпать в бачок с сетчатым дном, прополоскать чистой водой, высушить до воздушно-сухого состояния, взвесить и записать массу каждой фракции в рабочую тетрадь. После этого определить процентный выход её от исходной пробы. Плотность данной фракции будет меньше плотности раствора, в котором она всплыла.
6. Потонувшую часть навески, оставшуюся на дне первого дешламатора, вместе с дешламатором вынуть из первого бачка, дать стечь раствору (в тот же бачок) и перенести в бачок с раствором последующей плотности. Со всплывшей и потонувшей частью поступают так же, как и в предыдущем случае. Плотность зёрен всплывшей части будет лежать в пределах плотности смежных растворов.
7. Повторить пункты 5 и 6 необходимое количество раз.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 6

На основании результатов фракционного анализа и результатов анализа каждой фракции на определение массовой доли золы (негорючей массы) строятся кривые обогатимости угля.

Кривые обогатимости угля позволяют решать различные задачи, связанные с выбором и расчётом технологических схем обогащения,

а также рассчитать теоретические (наилучшие) результаты процесса обогащения.

В данной работе фракционный состав угля определяют студенты, а зольность каждой фракции задает преподаватель.

Результаты расслойки пробы угля заносят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Фракционный состав угля

Плотность фракций, кг/м^3	**Исходный уголь**			**Всплывшая фракция**		**Потонувшая фракция**	
	Выход		**Зольность A^d, %**	**Выход γ_i, %**	**Зольность A_i^d, %**	**Выход γ_i, %**	**Зольность A_i^d, %**
	кг	**%**					
< 1300						100,0	
1300-1400							
1400-1500							
1500-1600							
1600-1700							
> 1700				100,0			
Итого:		100,0		-	-	-	-

Извлечение золы в каждую фракцию рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon_i = \frac{\gamma_i \cdot A_i^d}{A^d},$$

где γ_i – выход фракции, %;

A^d – массовая доля золы (зольность) в исходном угле, %;

A_i^d – массовая доля золы (зольность) во фракции, %;

ε_i – извлечение золы во фракцию, %.

По данным фракционного состава угля строят кривые обогатимости угля, а также определяют категорию обогатимости угля.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7
КОЛЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ СУЛЬФИДНОЙ РУДЫ

Флотационный метод обогащения основан на различии в смачиваемости водой поверхности ценных минералов и минералов пустой породы.

Для создания гидрофобности (несмачиваемости) поверхности ценных минералов тонкоизмельченной руды, находящейся в водной среде, добавляют реагенты-собиратели. Благодаря гидрофобности, ценные минералы прикрепляются к пузырькам воздуха и поднимаются вместе с ними на поверхность пульпы, образуя минерализованный

пенный слой, который удаляют из камеры флотомашины. Минералы пустой породы смачиваются водой и остаются в объёме пульпы.

Флотационный метод широко применяют для обогащения сульфидных руд цветных металлов. В этом случае наиболее распространенными реагентами-собирателями являются ксантогенаты. Расход ксантогенатов при флотации сульфидных руд обычно не превышает 100 г/т. В процесс эти реагенты подают в виде водных растворов.

Для создания на поверхностях сульфидных минералов необходимой для закрепления ксантогенатов окисленной пленки в операцию измельчения руды подают реагент-регулятор среды, в качестве которого обычно используют известь или соду. Расходы их, в зависимости от вещественного состава полезного ископаемого, могут изменяться от 200 до 1500 г/т.

Для повышения механической прочности пузырьков воздуха, в результате которого улучшаются условия прилипания к ним ценных минералов, и увеличивается устойчивость флотационной пены, используют реагенты-пенообразователи. Одним из наиболее распространенных в настоящее время пенообразователей является реагент Т-92. Его расходы обычно колеблются от 20 до 100 г/т руды.

Кроме вышеперечисленных типов флотационных реагентов при селективной флотации руд используют реагенты-активаторы и подавители, которые усиливают или ослабляют действие собирателей.

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу лабораторной флотационной машины;
- изучить способы изменения режима работы флотомашины;
- освоить методику определения объёма раствора реагента при заданном расходе реагента;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (250 г сульфидной руды класса крупности –3+0 мм);
- мельница стрежневая;
- рольганги;
- машина флотационная лабораторная механического типа конструкции Механобр;
- реагенты флотационные (сода или известь, бутиловый ксантогенат, Т-92);
- чашки фарфоровые;
- чашки металлические для сбора продуктов;

- промывалки;
- посуда химическая;
- бумага фильтровальная;
- весы электронные.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры лабораторной флотационной машины (рисунок 7.1).
3. Изучить схему флотационного опыта (рисунок 7.2).
4. Очистить стержневую мельницу, в которой будет проводиться измельчение руды, от образовавшейся ржавчины. Для этого поместить в неё 300 г гранита и 300 $см^3$ воды. Масса стержней должна составлять 3000 г. Заполненную мельницу плотно закрыть крышкой с резиновой прокладкой и поместить на рольганги, включив их на 5-10 минут.
5. Подготовить пробу, 250 $см^3$ воды и навеску реагента: соды или извести (вид реагента и его расход задаёт преподаватель).
6. Остановить рольганги, вылить содержимое мельницы, промыть водой её внутреннюю поверхность и стержни.
7. В промытую мельницу с загруженными в неё стержнями сначала поместить отмеренное количество воды, затем пробу сульфидной руды и навеску реагента – регулятора среды. Измельчать в течение времени, указанного преподавателем, обычно 10-15 минут.
8. За период измельчения необходимо подготовить реагенты: собиратель и пенообразователь. Их расходы задаёт преподаватель в г/т руды. Необходимо самостоятельно определить объёмы растворов реагентов, подаваемых в процесс флотации.
9. По истечении заданной продолжительности измельчения снять мельницу с рольгангов, перенести её содержимое с помощью промывалки в камеру флотомашины. При этом нужно следить за тем, чтобы количество добавляемой воды было минимальным. В свободную от пульпы мельницу загрузить стержни, залить воду до бортика и поставить на место хранения.
10. Закрепить камеру 2 на корпусе флотомашины 1, залить в случае необходимости воду и включить двигатель. Через 2 минуты перемешивания в камеру 2 добавить необходимый объём раствора ксантогената и после минутного перемешивания в пульпу ввести пенообразователь.

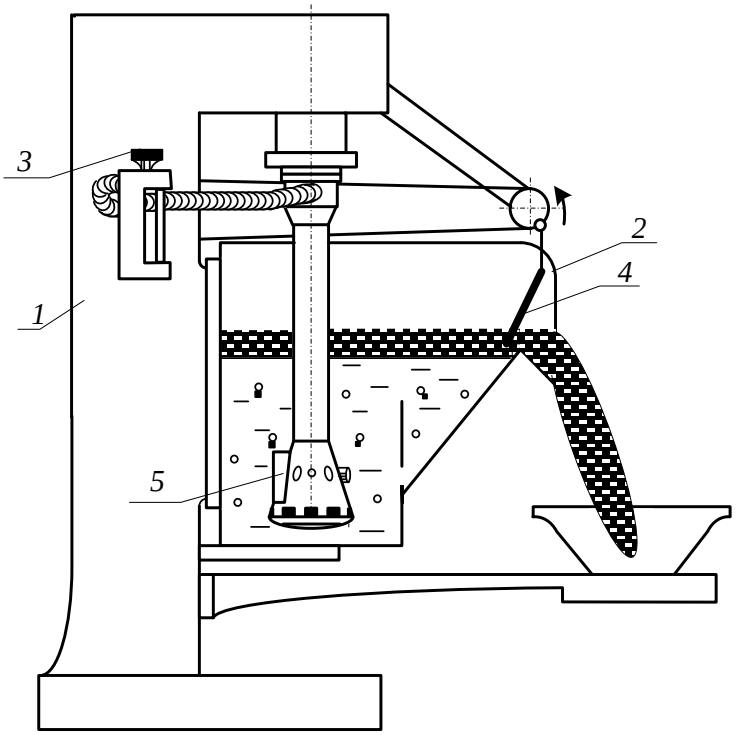


Рисунок 7.1 – Лабораторная флотационная машина

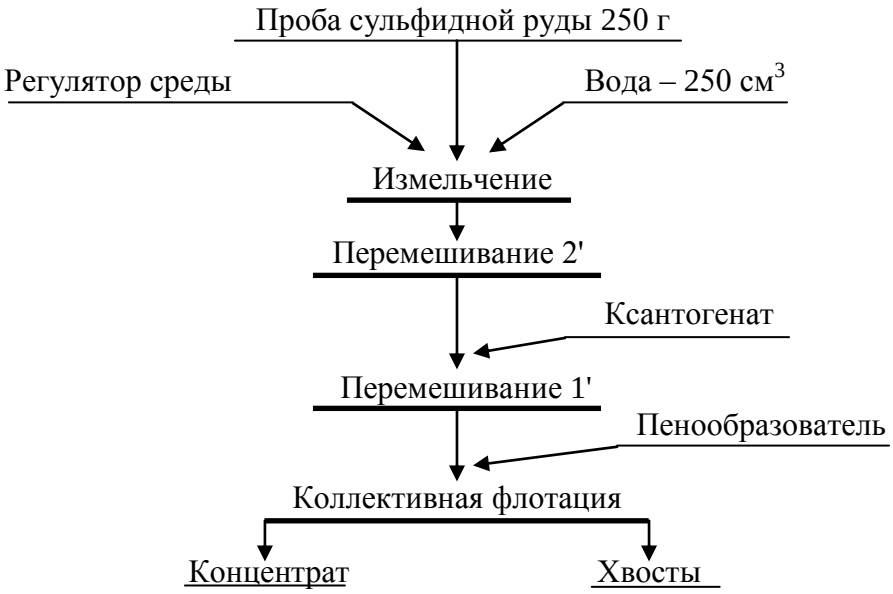


Рисунок 7.2 – Схема флотационного опыта

11. Осторожно повернуть вентиль воздушного крана 3, обеспечив этим засасывание воздуха в камеру для создания на её поверхности слоя минерализованной пены.
12. Включить пеносъёмник 4. В момент снятия первой порции пены зафиксировать время начала флотации. По мере снижения уровня пульпы в камере флотомашины добавлять воду из про-

мывалки, обмывая при этом её стенки и пеносъёмник от налипших минеральных частиц. Периодически следует отбирать пробу от пенного продукта в фарфоровую чашку. Постепенно нагруженность пены снижается, меняется и её цвет. Конец флотации фиксируется по отсутствию сульфидных минеральных частиц в фарфоровой чашке.

13. Закрыть воздушный кран 3, остановить пеносъёмник 4, выключить двигатель флотомашины. Пенный продукт отфильтровать на вакуум-фильтре и взвесить. Камерный продукт (хвосты) вылить в канаву.
14. Пустую камеру заполнить водой, закрепить на корпусе флотомашины и включить двигатель. Промыть машину в течение 2-3 минут. Затем ополоснуть из промывалки блок аэратора 5. Чистую камеру и блок аэратора протереть чистой тряпкой.
15. Убрать рабочее место в лаборатории.
16. Обработать результаты работы.
17. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 7

Методика определения объёма раствора реагента при заданном расходе реагента.

Например, заданный расход бутилового ксантогената составляет 100 г/т руды. Составим и решим пропорцию:

10^6 г (1 т) руды – 100 г ксантогената

250 г руды – X г ксантогената

$$X = \frac{100\,\text{г} \cdot 250\,\text{г}}{10^6\ \text{г}} = \frac{2{,}5\,\text{г}}{10^2} = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,\text{г}$$

Следует учесть, что ксантогенат используют во флотации в виде 1 % растворов, то есть в 100 $см^3$ раствора содержится 1 г ксантогената.

Составив пропорцию и решив её, определим объём раствора, который следует подать в камеру флотомашины:

100 $см^3$ раствора – 1 г ксантогената

V $см^3$ раствора – $2{,}5 \cdot 10^{-2}$ г ксантогената

$$V = \frac{100\,\text{см}^3 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,\text{г}}{1\,\text{г}} = 2{,}5\,\text{см}^3$$

Результаты расчёта показателей флотации занести в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Показатели коллективной флотации

Наименование продуктов обогащения	Выход		Массовая доля сульфидных минералов, %	Извлечение сульфидных минералов, %
	г	%		
Концентрат				
Хвосты				
Исходная руда		100,0		100,0

Массовую долю сульфидов в продуктах обогащения (β, ϑ) или в исходной руде (α) и в одном из продуктов задаёт преподаватель.

В конце отчёта по выполненной работе делается вывод, в котором анализируются полученным результатам и намечаются способы их повышения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8
МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Лабораторную работу по магнитной сепарации выполняют на лабораторном магнитном сепараторе для слабомагнитных руд. Результаты разделения минералов по их магнитной восприимчивости зависят от вещественного состава руды, крупности обогащаемого материала, напряжённости магнитного поля, производительности, высоты рабочей зоны и положения разделительного шибера. При выполнении работы потребуется получить зависимости выходных показателей качества процесса от указанных выше переменных факторов.

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу роликового магнитного сепаратора;
- изучить влияние некоторых факторов на процесс магнитной сепарации;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала (200-500 г руды класса крупности -3+0 мм);
- сепаратор магнитный роликовый;
- весы электронные;
- чашки лабораторные;
- щётка для чистки сепаратора.

Магнитный сепаратор (рисунок 8.1) состоит из основания 1 с закреплённым на нём бункером 2 с регулировочным шибером 3. Бункер 2 установлен над вибролотком 4, выполненным из немагнитного материала и которого осуществляется подача материала в рабочую зону магнитной системы, образованной магнитопроводом 5 и профилированным роликом 6. На магнитопроводе установлены катушки электромагнита 7, подключенные к выпрямителю тока 8, содержащего приборы измерения тока 9 и напряжения 10. На лицевой панели выпрямителя установлены переключатели режима работы, выключатель и регулятор нагрузки по току. Регулирование выходов отдельных фракций осуществляется шибером 11, а очистка ролика 6 щёткой 12.

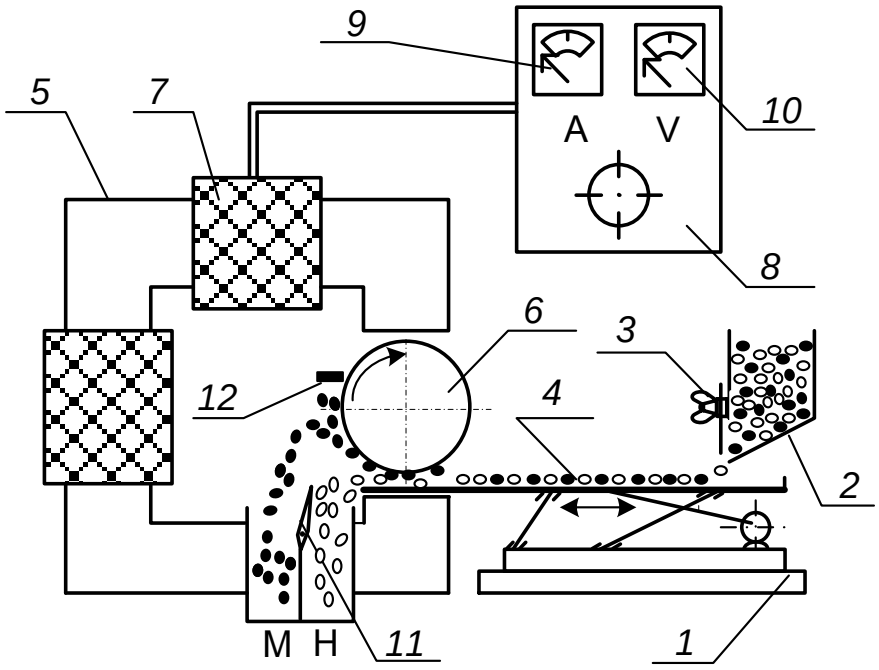


Рисунок 8.1 – Схема магнитного сепаратора

Перед опытом включают выпрямитель 8, устанавливают необходимое значение тока в обмотке электромагнита 7, включают привод вибролотка 4 и ролика 6. Материал из бункера 2 по вибролотку поступает в рабочий зазор, где и происходит разделение частиц по удельной магнитной восприимчивости. Частицы, имеющие большую удельную магнитную восприимчивость, выносятся роликом 6 из рабочего зазора, счищаются щёткой 12 и попадают в приёмник магнитной фракции. Регулирование производительности осуществляют смещением шибера 3. Положение шибера 3 изменяют в пределах от 10 до 30 мм, ток в обмотке электромагнита изменяют от 0 до 8 А.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию и определить конструктивные и механические параметры роликового магнитного сепаратора.
4. Подключить сепаратор и выпрямитель к сети переменного тока.
5. Установить заданные значения настроек сепаратора (положение шибера, сила тока).
6. Загрузить исходный материал в бункер и зафиксировать время начала и конца опыта.
7. Полученные продукты взвесить, выполнить визуальную оценку, провести их анализ.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 8

Полученные результаты разделения магнитной сепарацией занести в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Результаты магнитной сепарации

№ опыта	Наименование продукта	Выход		Сила тока, А	Положение шибера, мм
		г	%		
1	Магнитный			0,5	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
2	Магнитный			1,0	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
3	Магнитный			2,0	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
4	Магнитный			1,0	10
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
5	Магнитный			1,0	30
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		

Используя данные таблицы 8.1 построить экспериментальные зависимости количественных показателей процесса магнитной сепарации от переменных факторов:

$$\gamma_м = f(I) \text{ для } h = 20 \text{ мм}$$

$$\gamma_м = f(h) \text{ для } I = 1 \text{ А}.$$

где I – сила тока в катушках, А;

h – положение шибера, мм.

Сделать вывод о влиянии силы тока и положения шибера на получаемые технологические показатели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Комлев, С.Г.* Основы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие / С.Г. Комлев // Урал. гос. горный ун-т. – 5-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 153 с.

2. *Колтунов, А.В.* Дробление, измельчение, грохочение: учебное пособие / А.В. Колтунов, С.Г. Комлев // Урал. гос. горный ун-т. – 2-е изд., стереотип. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 122 с.

3. *Морозов Ю.П.* Флотационные методы обогащения: конспект лекций / Ю.П. Морозов // Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 155 с.

4. ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФГБОУ ВО
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

ОТЧЁТ
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

по дисциплине:
«Обогащение полезных ископаемых»

Руководитель
проф., д.т.н. _____ **Е. Ф. Цыпин**

Студент
группы ОПИ-00 _____ **А. В. Иванов**

Екатеринбург, 2018

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Правила и примеры оформления надписей к таблицам и рисункам

Таблицы следует располагать в тексте сразу же после первого упоминания их или на следующей странице. В тексте слово «таблица» пишется полностью с указанием порядкового номера. Заголовок таблицы выполняется без абзацного отступа с выравниванием «по центру». Точка в конце заголовка не ставится. Между основным текстом, заголовком таблицы и самой таблицей – пустая строка. Размер шрифта в таблице должен быть меньше размера основного текста (например, основной текст – 14, в таблице – 13 (12) и меньше).

Таблица 1 – Результаты флотационного обогащения

Наименование продуктов обогащения	**Выход**		**Массовая доля полезного компонента, %**	**Извлечение полезного компонента, %**
	г	**%**		
Концентрат				
Промпродукт				
Хвосты				
Исходная руда		100,0		100,0

Рисунок вставляется после первого упоминания о нём в тексте. В тексте слово «рисунок» пишется полностью с указанием порядкового номера.

Наименование схемы, рисунка делается под рисунком и располагается симметрично относительно поля рисунка. Под наименованием рисунка после двоеточия помещают расшифровку обозначений и поясняющие записи.

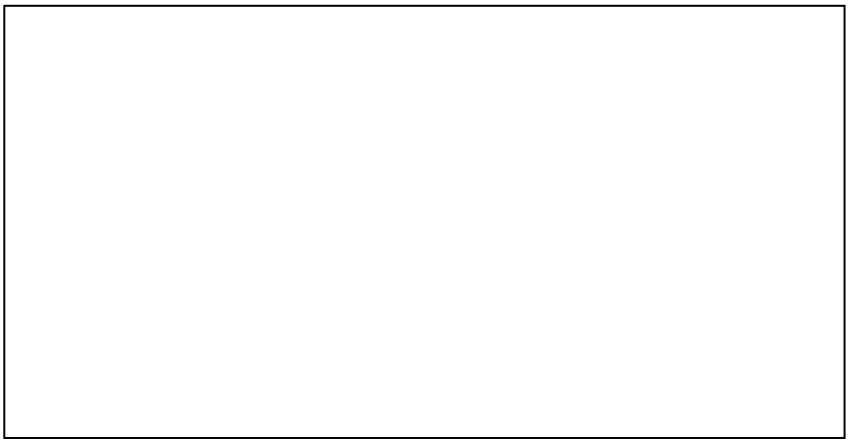


Рисунок 1 – Схема устройства оборудования:
1 – …; 2 – …

Учебное издание

Евгений Фёдорович Цыпин
Екатерина Александровна Бекчурина
Иршат Халилович Хамидулин

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Подписано в печать 31.08.2018 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 $^{1}/_{16}$. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,9 Уч.-изд. л. 1,6 Тираж 100 экз. Заказ № 116

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Лаборатория множительной техники



Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Е. Ф. Цыпин
Е. А. Бекчурина
И. Х. Хамидулин

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ
для студентов специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

Екатеринбург – 2019

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«____» _____ 2019 г.
Председатель комиссии

_____ проф. В. П. Барановский

Е. Ф. Цыпин
Е. А. Бекчурина
И. Х. Хамидулин

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ
для студентов
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. ДРОБЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2. ГРОХОЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 7
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3. СИТОВЫЙ АНАЛИЗ МЕЛКИХ ПРОДУКТОВ 8
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4. ОБОГАЩЕНИЕ В ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ 12
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5. ОБОГАЩЕНИЕ НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ 16
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6. ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ 19
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7. КОЛЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ СУЛЬФИДНОЙ РУДЫ 21
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8. МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 29
ПРИЛОЖЕНИЕ А 30
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 31

ВВЕДЕНИЕ

Цель практических занятий – развитие навыков проведения лабораторных опытов и помощь в закреплении теоретических знаний по дисциплине.

Практические работы выполняются побригадно, а отчёт по работе каждый студент составляет самостоятельно. Отчёт по работе должен содержать изложение последовательности выполнения работы с необходимыми расчётами (таблица 1.1), схемой подготовки проб, схемой устройства для проведения опытов, эскизами основных узлов, таблицами результатов опытов, графиками, математическими зависимостями и выводами по проделанной работе.

Таблица 1.1 – Расчётные выражения для определения показателей обогащения

№ п/п	Показатель	Расчётные выражения	
		два продукта разделения	***n* продуктов разделения**
1	Баланс по материалу	$Q = C + T$ $100 = \gamma_{к} + \gamma_{х}$	$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i$ $100 = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i$
2	Баланс по ценному компоненту	$Q \cdot \alpha = C \cdot \beta + T \cdot \vartheta$ $100 \cdot \alpha = \gamma_{к} \cdot \beta + \gamma_{х} \cdot \vartheta$ $100 = \varepsilon_{к} + \varepsilon_{х}$	$100 \cdot \alpha = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \cdot \beta_i$
3	Массовая доля ценного компонента	$\alpha = (P_{\alpha} / Q) \cdot 100,\ \%$ $\beta = (P_{\beta} / \tilde{N}) \cdot 100,\ \%$ $\vartheta = (P_{\vartheta} / T) \cdot 100,\ \%$	$\beta_i = \frac{P_i}{Q_i} \cdot 100,\ \%$
4	Выход продукта	$\gamma_{к} = (C/Q) \cdot 100 = \frac{(\alpha - \vartheta)}{(\beta - \vartheta)} \cdot 100,\ \%$ $\gamma_{х} = (T/Q) \cdot 100 = \frac{(\beta - \alpha)}{(\beta - \vartheta)} \cdot 100,\ \%$	$\gamma_i = \frac{Q_i}{Q} \cdot 100,\ \%$
5	Извлечение ценного компонента в продукт	$\varepsilon_{к} = \frac{C \cdot \beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{(\alpha - \vartheta) \cdot \beta}{(\beta - \vartheta) \cdot \alpha} \cdot 100,\ \%$ $\varepsilon_{х} = \frac{T \cdot \vartheta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{(\beta - \alpha) \cdot \vartheta}{(\beta - \vartheta) \cdot \alpha} \cdot 100,\ \%$	$\varepsilon_i = \gamma_i \cdot \frac{\beta_i}{\alpha}$

где Q, C, T – массы исходного материала, концентрата и хвостов, соответственно; $\gamma_к$; $\gamma_х$ – выход концентрата и хвостов, соответственно; α, β, ϑ – массовые доли компонента соответственно в исходном материале, в кон-

центрате, хвостах; Q_i, γ_i, – масса и выход i-ого продукта; P_α, P_β, P_ϑ, P_i – масса ценного компонента в исходном материале, концентрате, хвостах, в i-ом продукте разделения; $\varepsilon_к$, $\varepsilon_х$ – извлечение ценного компонента в концентрат и в хвосты, соответственно.

На титульном листе отчёта должны быть указаны название работы, шифр группы, фамилия исполнителя. Отчёт должен быть подписан студентом.

Защиту отчёта проводят после его проверки преподавателем. При защите необходимо знать цель работы, устройство и назначение применяемых аппаратов, способы управления и органы управления, методику проведения работы, формулы (таблица 1.1), использованные для расчётов, а также уметь объяснять полученные результаты и закономерности.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1
ДРОБЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. Цель:

- изучить конструкции щековой и валковой дробилок;
- изучить способ дробления исходного продукта;
- определить степень дробления;
- определить фактическую производительность щековой и валковой дробилок.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала (крупность 150-0 мм);
- дробилка щековая;
- дробилка валковая;
- секундомер;
- набор стандартных лабораторных сит;
- линейка с делениями (штангенциркуль);
- весы;
- совки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу материала.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию дробилки и определить конструктивные и механические параметры.
4. Определить средний максимальный кусок до дробления.
5. Соблюдая меры предосторожности, пропустить пробу через ще-

ковую дробилку. При этом зафиксировать продолжительность цикла дробления.

6. Определить средний максимальный кусок после дробления.
7. Соблюдая меры предосторожности, пропустить пробу через валковую дробилку. При этом зафиксировать продолжительность цикла дробления.
8. Определить средний максимальный кусок после дробления.
9. Убрать рабочее место в лаборатории.
10. Обработать результаты работы.
11. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 1

Для определения среднего максимального куска руды, как до, так и после дробления, отбирают 3 максимальных куска (визуально) и производят замер каждого из них в трёх направлениях. Для удобства рекомендуется использовать ёмкость с прямым углом, в уголок которой следует поместить кусок и обмерить.

Величину (мм) максимального куска D определяют по формуле среднеарифметического:

$$D = \frac{L + B + H}{3},$$

где L – длина куска, мм;

B – ширина куска, мм;

H – высота куска, мм.

Средний максимальный размер куска определяют по формуле:

$$D_{\max}^{\text{ср}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}.$$

Аналогично рассчитывают средний максимальный кусок для дроблёного материала $d_{\max}^{\text{ñð}}$.

Степень дробления находят по формуле:

$$i_{cp} = \frac{D_{\max}^{\text{ср}}}{d_{\max}^{\text{ср}}},$$

где $D_{\max}^{\text{ср}}$ – средний максимальный кусок руды до дробления, мм;

$d_{\max}^{\text{ср}}$ – средний максимальный кусок руды после дробления, мм.

Фактическую производительность Q определяют по формуле:

$$Q = 3{,}6\frac{q}{t},\ \text{т/ч},$$

где q – количество дробленой руды, кг;

t – время дробления, с.

В выводах по работе следует отразить результаты определения степеней дробления и производительности дробилок.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2
ГРОХОЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу самоцентрирующегося инерционного грохота;
- изучить способ изменения режима работы грохота;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба после дробления в валковой дробилке;
- грохот самоцентрирующийся;
- секундомер;
- набор стандартных лабораторных сит;
- линейка с делениями (штангенциркуль);
- весы;
- совки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию грохота и определить конструктивные и механические параметры.
4. Засыпать пробу в приёмный бункер при закрытом затворе.
5. Включить грохот. Открыть затвор бункера для подачи материала на просеивающую поверхность. Продолжительность грохочения оценивать с точностью до десятых долей секунды: начало – в момент попадания первых зёрен на просеивающую поверхность; окончание – в момент выхода из бункера основной массы материала. В течение опыта необходимо следить за тем, чтобы материал не зависал в бункере. Очистить бункер.
6. Выключить грохот и зачистить поддон, перезапустить грохот несколько раз («пуск-остановка» – два-три раза) до полной очистки.

7. Взвесить надрешётный и подрешётный продукты.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы, определить эффективность грохочения.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 2

Определение эффективности грохочения.

Существуют несколько методов определения эффективности грохочения, характеризующих полноту перехода частиц менее размера отверстия просеивающей поверхности в подрешётный продукт.

Наиболее общим является метод, рассматривающий эффективность грохочения как отношение массы подрешетного материала ко всей массе материала такой же крупности, содержащейся в руде, поступающей на грохот

$$E_1 = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot 100, \%,$$

где Q_1 – масса подрешётного материала (крупность материала $-a+0$ мм), кг;

Q_2 – масса материала той же крупности в исходном материале, поступающем на грохочение (крупность материала $-a+0$ мм), кг;

a – размер отверстий просеивающей поверхности грохота, мм.

Однако, на производстве практически трудно взвешивать подрешётный продукт. Для определения эффективности грохочения отбирают пробы исходной руды и надрешётного продукта, определяют в них содержание класса крупности $-d_c+0$ мм. Эффективность грохочения рассчитывают по формуле:

$$E_2 = \frac{\alpha - \vartheta}{\alpha \cdot (100 - \vartheta)} \cdot 10^4, \%$$

где α – массовая доля зерен минус a в исходном продукте, %;

ϑ – массовая доля зерен минус a в верхнем продукте, %.

В выводах по работе следует привести результаты расчёта эффективности грохочения по двум формулам и сравнить их.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3
СИТОВЫЙ АНАЛИЗ МЕЛКИХ ПРОДУКТОВ

1. Цель:

- изучить методику проведения ситового анализа;

- определить гранулометрический состав продукта;
- изучить конструкцию и работу вибровстряхивателя;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала крупностью –1+0 мм;
- набор стандартных лабораторных сит;
- вибровстряхиватель;
- весы электронные.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию стандартных сит и вибровстряхивателя.
4. Собрать комплект сит и поместить пробу на верхнее сито.
5. Провести ситовый анализ в течение времени, заданного преподавателем.
6. Определить массы полученных классов крупности: содержимое каждого сита перенести на листы бумаги и подписать классы; взвесить полученные классы крупности.
7. Убрать рабочее место в лаборатории.
8. Обработать результаты работы: рассчитать частный и суммарный выходы классов крупности в процентах от исходной навески, построить частную и суммарную гранулометрические характеристики.
9. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 3

При проведении исследования на обогатимость полезных ископаемых весьма важной операцией является ситовый анализ.

Для производства ситовых анализов используют набор лабораторных стандартных сит. Конструкция стандартных сит представляет собой круглые ободы диаметром 150-300 мм, высотой от 25 до 50 мм, со вставленными в эти ободы ситами. Набор сит собирают в комплект с крышкой и поддоном.

Размеры отверстий смежных сит должны изменяться плавно, с определенной закономерностью. Почти во всех стандартных ситах это осуществляется применением постоянного множителя – модуля ситовой шкалы. Последовательный ряд размеров отверстий сит составляет геометрическую прогрессию – шкалу классификации.

Практическую работу выполняют на наборе сит с модулем 2.

За основание в наборе сит принято сито 200 меш, где 200 – число отверстий на одном линейном дюйме сетки. Размер отверстия этого сита равен 0,071 мм. На основание последовательно устанавливают сита с размерами отверстий 0,16 мм, 0,315 мм, 0,63 мм, 1,25 мм, 2,5 мм. Нижнее сито устанавливают в поддон такого же диаметра.

На верхнее сито загружают пробу материала в количестве 100-150 г, плотно закрывают крышкой, комплект сит устанавливают на вибровстряхиватель и закрепляют.

Продолжительность ситового анализа для данной пробы определяют экспериментально.

Первоначально продолжительность встряхивания принимается равной 10 минутам, после чего содержимое каждого сита переносят на листы бумаги и классы подписывают.

Качество рассева проверяют по классу минус 0,071 мм. Для этой цели класс крупности –0,16+0,071 мм взвешивают, переносят снова на сито 0,071 мм и подвергают ручному рассеву в течение 1 мин.

Если в результате контрольного рассева выход класса крупности минус 0,071 мм меньше 1 % от первоначальной массы класса крупности –0,16+0,071 мм, то рассев можно считать оконченным, каждый класс крупности взвешивают, и рассчитывают выходы классов крупности.

Если выход класса крупности минус 0,071 мм при контрольном рассеве более 1 %, то все классы крупности подвергают повторному рассеву в течение 5 мин.

После дополнительного просеивания снова повторяют контрольный ручной рассев, как это было описано выше, и так до тех пор, пока при контрольном рассеве выход класса крупности минус 0,071 мм не окажется менее 1 %. После этого все полученные классы крупности взвешивают, и результаты ситового анализа заносят в таблицу 3.1.

Расчёты частных выходов осуществляют по формуле выхода из таблицы 1.1.

По данным таблицы 3.1 строят кривые ситового анализа (гранулометрические характеристики) по частным и суммарным выходам. При этом по оси абсцисс откладывают размеры отверстий сит в миллиметрах, а по оси ординат – суммарные и частные выходы классов крупности в процентах.

Пример представления результатов ситового анализа приведён в таблице 3.2 и на рисунке 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты ситового анализа

Классы крупности, мм	Выход			
	Частный		Суммарный	
	г	%	«по плюсу»	«по минусу»
+2,5				100,0
–2,5+1,25				
–1,25+0,63				
–0,63+0,315				
–0,315+0,16				
–0,16+0,071				
–0,071+0			100,0	
Итого		100,0		

Таблица 3.2 – Результаты ситового анализа дроблёной руды

Класс крупности, мм	Выход, %			
	Частный		Суммарный	
	г	%	«по плюсу»	«по минусу»
+2,5	15,0	8,33	8,33	100,00
–2,5+1,25	12,0	6,67	15,00	91,67
–1,25+0,63	20,0	11,11	26,11	85,00
–0,63+0,315	25,0	13,89	40,00	73,89
–0,315+0,16	35,0	19,44	59,44	60,00
–0,16+0,071	55,0	30,56	90,00	40,56
–0,071+0	18,0	10,00	100,00	10,00
Итого:	180,0	100,00	-	-

Суммарный выход «по плюсу» показывает, какой процент из всей исходной пробы остался бы на данном сите, если бы в данном наборе сит оно было верхним. Расчёт суммарного выхода «по плюсу» осуществляют сверху вниз.

Суммарный выход по «минусу» показывает, какой процент из всей исходной пробы прошел бы через данное сито, если бы в данном наборе сит оно было нижним. Расчёт суммарного выхода по «минусу» осуществляют снизу вверх.

По форме кривой делают вывод о преобладании в пробе крупных или мелких классов.

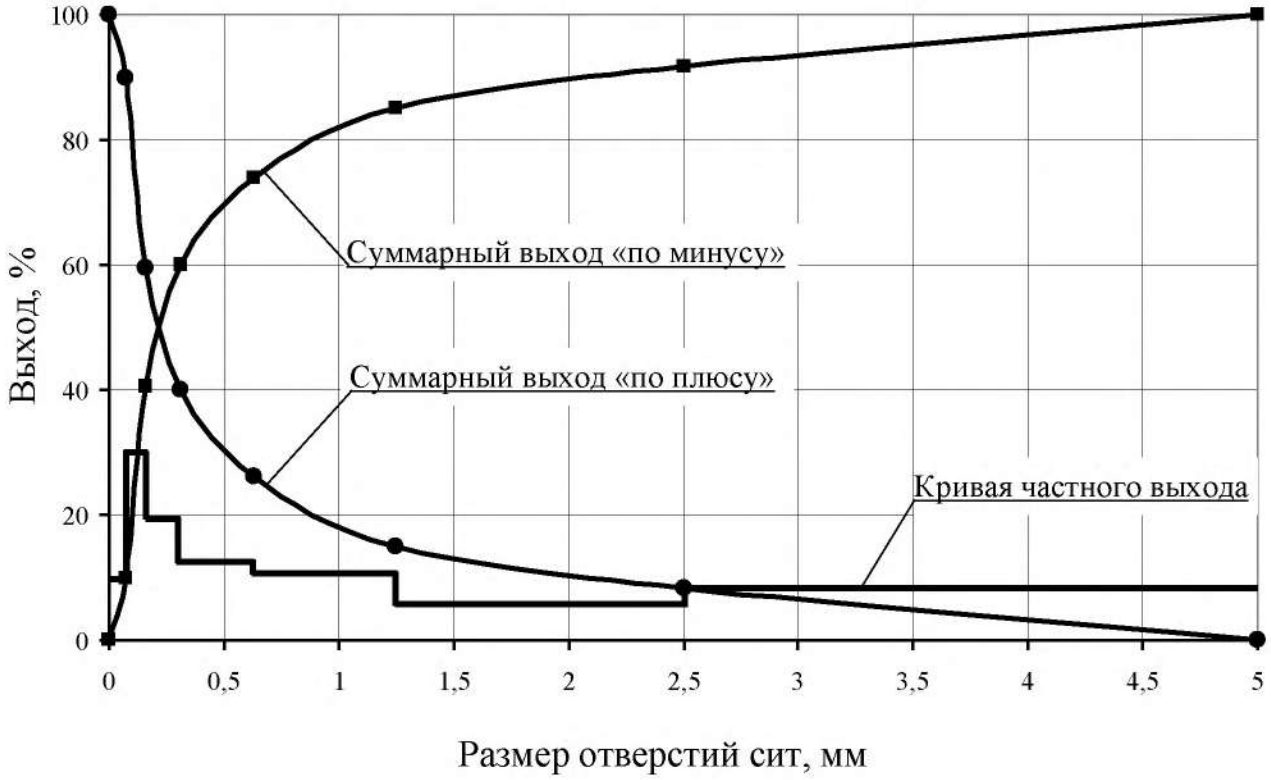


Рисунок 3.1 – Частная и суммарные гранулометрические характеристики

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4
ОБОГАЩЕНИЕ В ПОРШНЕВОЙ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ

Гравитационные процессы обогащения основаны на различии в закономерностях движения различных минералов в той или иной среде под действием сил тяжести или инерционных сил. В большинстве случаев различие в закономерностях движения минералов в среде обусловлено разностью в плотности минералов, но нужно понимать, что это различие может быть обусловлено при разной плотности минералов различными размерами минеральных частиц или различной их формой.

К гравитационным процессам относят: обогащение отсадкой, обогащение на концентрационных столах, в винтовых и центробежных сепараторах, на шлюзах, обогащение в тяжёлых средах, классификация и другие. Гравитационные процессы, в зависимости от среды, в которой происходит обогащение, подразделяют на гидравлические (среда – вода) и пневматические (среда – воздух).

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу поршневой отсадочной машины;
- освоить регулировку процесса отсадки;

- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (каменный уголь);
- машина отсадочная поршневая;
- совки;
- весы технические.

Процесс разделения минералов по плотности в вертикальном потоке воды, переменном по направлению и амплитуде, называется ***отсадкой***.

Практическую работу выполняют на гидравлической поршневой двухкамерной отсадочной машине с неподвижным решетом и с боковой разгрузкой тяжёлых фракций (рисунок 4.1).

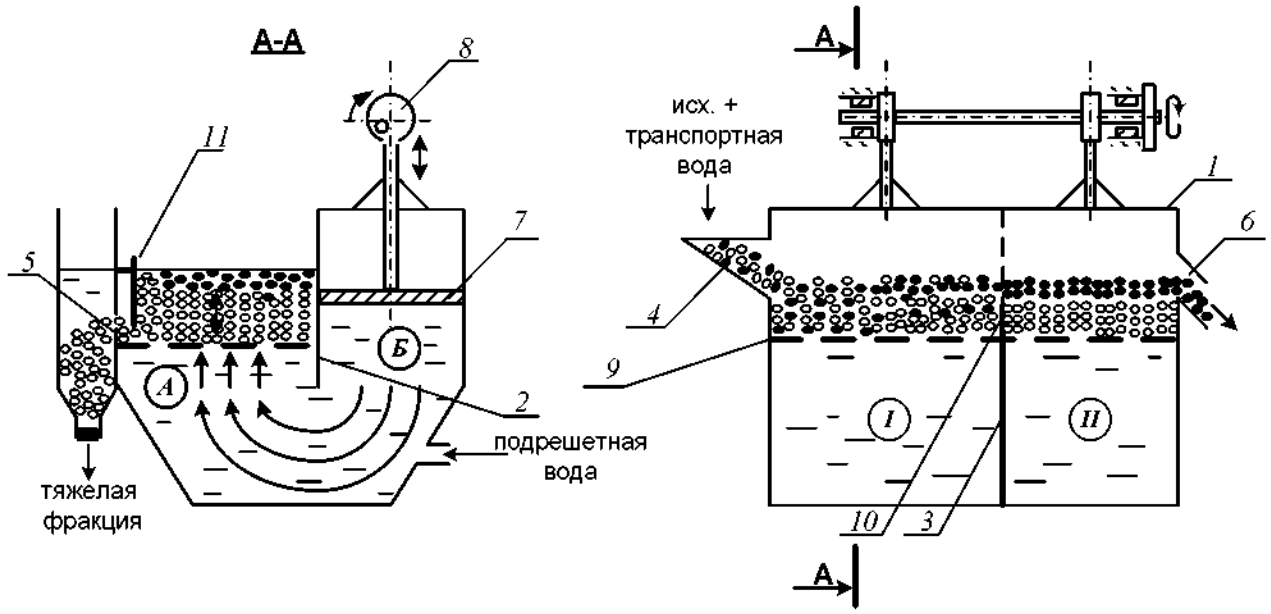


Рисунок 4.1 – Поршневая отсадочная машина

Машина состоит из корпуса 1, который продольной перегородкой 2, не доходящей до дна, разделён на два отделения: отсадочное А и поршневое Б, в котором расположены поршни 7, приводимые в движение эксцентриковым приводом 8.

Корпус машины разделён в поперечном направлении перегородкой 3 на два самостоятельных отделения. В отделении *I* со стороны загрузочной коробки 4 во время работы происходит накопление тяжёлой фракции (породы); в отделении *II* – сростков тяжёлого и лёгкого минералов (промежуточного продукта), а лёгкая фракция через сливной порог 6 выносится водой.

Расслоение обогащаемого материала отсадочной постели по плотности происходит в машине под действием вертикальных пульсаций подрешётной воды. При движении воды вверх зёрна меньшей плотности поднимаются выше, чем зёрна большей плотности (более тяжёлые). При движении потока воды вниз, наоборот, зёрна большей плотности оседают быстрее лёгких зерен. Так происходит постепенное расслоение материала, находящегося в машине, по плотностям.

Движение каждого минерального зерна и всей отсадочной постели вдоль машины по отсадочному решету 9 происходит за счёт транспортной воды и избытка подрешётной воды.

В начале работы, спустя некоторое время после начала загрузки исходного продукта в отделении *I* накапливается слой материала – отсадочная постель. Когда общая высота слоя материала будет больше высоты порога 10, разделяющего отсадочное решето в поперечном направлении, лёгкая фракция и часть тяжёлой фракции будут переходить во второе отделение машины *II*. Во втором отделении слой материала, накапливаясь и продвигаясь вдоль машины, достигает сливного порога 6, по которому лёгкие минералы вместе с водой скатываются, разгружаясь из машины.

Чтобы зёрна, имеющие большую плотность, не разгружались через сливной порог 6 при накоплении их в отделении *II* примерно до половины высоты сливного порога, открывают заслонки 11 в обоих отделениях, приподнимая их на такую высоту, чтобы в щели под заслонкой проходили зёрна тяжёлого минерала, но не уходили зёрна лёгкого минерала.

Разгрузку тяжёлой фракции в отделении *I* регулируют заслонкой 11 таким образом, чтобы получать в разгрузке только тяжёлые зерна (породу), а в отделении *II* – разгружать породу и сростки так, чтобы в слив уходил чистый уголь без частиц породы.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры поршневой отсадочной машины.
3. Провести обогащение каменного угля с получением трёх продуктов: лёгкой фракции (уголь), тяжёлой фракции (породы) и промежуточной фракции (промпродукта).
4. Открыть краны на трубопроводах, подающих транспортную и подрешётную воду и заполнить машину водой. Под разгрузочный порог подставить приёмник лёгкой фракции (коробка с

перфорированным дном).

5. Когда вода начнёт переливаться через порог 6, включить привод поршней машины. После этого начать загружать обогащаемый материал в приёмную коробку 4 вручную совками и продолжать загрузку до конца опыта.
6. При работе отсадочной машины необходимо следить за накоплением материала в отделениях *I*, *II*. Когда слой тяжёлых (породных) частиц достигнет примерно половины высоты сливного порога 6 во втором отделении, открыть заслонки 11, регулируя высоту их подъема, как указывалось выше. С этого момента начинается разгрузка породной и промпродуктовой фракции в боковые карманы.
7. В ходе работы необходимо следить за тем, чтобы отсадочная постель хорошо разрыхлялась в восходящем потоке воды и была подвижной – перемещалась импульсами вдоль машины. Последнее достигается одним или сочетанием следующих факторов оперативной регулировки:
   - изменением количества подаваемой подрешётной воды;
   - изменением количества загружаемого в машину обогащаемого продукта;
   - изменением величины разгрузочных щелей.

   Следует знать, что кроме этих факторов регулирования работы машины можно осуществлять изменением числа ходов поршней в минуту и величиной хода поршней (размахом колебаний). Значение этих факторов подбирают и устанавливают при настройке машины для обогащения того или иного исходного материала заранее, а при работе машины менять эти факторы не представляется возможным.
8. При работе машины необходимо следить за наполнением приёмников тяжёлой и промпродуктовой фракций, расположенных сбоку машины. Когда слой материала в приёмниках достигнет уровня разгрузочных щелей, опыт прекращают в такой последовательности:
   - прекратить загрузку материала в машину;
   - отключить привод машины;
   - прекратить подачу воды в машину.
9. Полученные продукты обогащения разгрузить, произвести обезвоживание дренированием и взвесить. Рассчитать выходы продуктов разделения.

10. Убрать рабочее место в лаборатории.
11. Обработать результаты работы.
12. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 4

Массовые доли золы в продуктах задаёт преподаватель, остальные показатели рассчитывают по уравнению баланса и по известным формулам. Результаты расчета представляют в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты обогащения угля на поршневой отсадочной машине

Продукты обогащения	**Выход**		**Массовая доля золы, A^d, %**	**Извлечение золы, %**
	кг	**%**		
Концентрат				
Промпродукт				
Хвосты (порода)				
Итого:		100,0	$A^d_{исх}$	100,0

В выводах по работе следует описать личные наблюдения за возможностью регулирования процесса отсадки в машине, сравнить качество полученных продуктов разделения на основании их визуальной оценки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5
ОБОГАЩЕНИЕ НА СОТРЯСАТЕЛЬНОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ

Обогащение мелких классов крупности (менее 3-4 мм) оловянных, вольфрамовых, марганцевых и им подобных руд и углей осуществляют на сотрясательных концентрационных столах.

1. Цель:

- изучить конструкцию сотрясательного концентрационного стола;
- освоить регулировку процесса разделения на деке концентрационного стола при визуальном наблюдении за процессом разделения;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба измельчённой руды массой 5-7 кг;
- стол сотрясательный концентрационный СК-1;

- совки;
- весы технические.

Стол (рисунок 5.1) состоит из деки 1 с рифлями 2, привода деки 3, механизма изменения угла наклона деки 4, питающего жёлоба 5, жёлоба для подачи смывной воды 6.

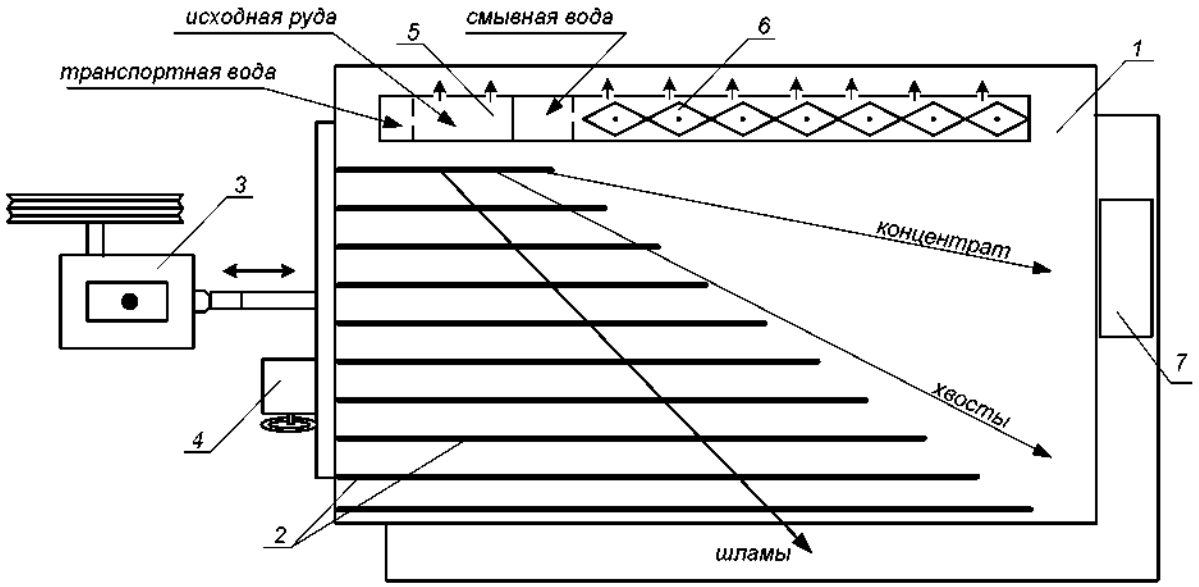


Рисунок 5.1 – Схема концентрационного стола

Разделение минералов по плотности на деке стола происходит за счёт различия в направлении движения лёгких и тяжёлых частиц по деке стола при одновременном действии на частицы минералов сил инерции, силы тяжести и гидродинамического напора смывной воды.

Вследствие сегрегации частиц в пространстве между рифлями тяжёлые частицы имеют больший контакт с декой и за счёт возвратно-поступательных движений деки продвигаются преимущественно вдоль неё. Лёгкие частицы, занимая верхний слой, испытывают большее воздействие потока смывной воды и движутся преимущественно поперек деки стола. На деке стола образуется «веер» частиц, располагающихся сверху-вниз по схеме: мелкие тяжёлые частицы → крупные тяжёлые, мелкие лёгкие → крупные лёгкие → шламы.

Частицы различных по плотности минералов, как правило, отличаются по цвету или блеску, что существенно упрощает наблюдение за образованием и распределением веера продуктов на деке стола.

Изменяя скорость смывного потока воды, можно «расширить» или «сузить» веер на гладкой поверхности деки (за рифлями).

Скорость смывного потока воды регулируют двумя факторами: расходом смывной воды и углом поперечного наклона деки стола.

Качество концентрата зависит от того, какую часть веера (верхнюю) направить в приёмник концентрата. Регулирование количества отсекаемого концентрата из веера частиц осуществляют передвижным жёлобом или перемещением приёмника концентрата вдоль среза деки.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры сотрясательного концентрационного стола;
3. Включить привод стола. Открыть краны на трубопроводе, подающем воду в питающий жёлоб и в жёлоб смывной воды. Отрегулировать равномерность потока смывной воды по деке стола поворотом резиновых флажков в жёлобе.
4. Настроить процесс разделения. Для этого в приёмный жёлоб загрузить несколько совков исходной руды, которая смывается водой на деку стола. Наблюдая за образованием веера частиц на деке стола, продолжать периодически загружать руду в приемный жёлоб. Отрегулировать ширину и чёткость веера частиц изменением расхода смывной воды и изменением угла наклона деки с помощью штурвала механизма 4 (рисунок 5.1). При получении чёткого веера частиц на деке стола регулирование стола прекратить.
5. Пробу постепенно совком загрузить в приёмный жёлоб. При этом необходимо наблюдать за веером частиц и при необходимости отрегулировать его. Кроме того, нужно следить за шириной части веера частиц, отсекаемой в приёмник концентрата с тем, чтобы забирать в приёмник концентрата постоянную ширину полосы концентрата. При необходимости приёмник можно передвигать.
6. После окончания загрузки руды выждать, пока вся руда не пройдёт по деке и не разгрузится в соответствующие приёмники.
7. Из полученного концентрата слить воду и взвесить его. Определить массу концентрата с учётом его влажности.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 5

Массы продуктов разделения и рассчитанные технологические показатели обогащения на концентрационном столе занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты обогащения на концентрационном столе

Продукты обогащения	**Выход**		**Массовая доля извлекаемого компонента, %**	**Извлечение компонента, %**
	кг	**%**		
Концентрат				
Хвосты (порода)				
Исходная руда		100,0		100,0

Все расчёты осуществляют по известным формулам.

По результатам опыта делают выводы, в которых следует отразить личные наблюдения за процессом разделения минералов на деке стола и за возможностью регулирования процесса разделения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6
ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УГЛЯ

Фракционный анализ угля – это разделение угля по плотности на фракции, осуществляемое в тяжёлых средах с заданными плотностями тяжёлых сред. В качестве тяжёлых сред в лабораторных условиях применяют чаще всего водные растворы хлористого цинка ($ZnCl_2$).

1. Цель:

- изучить методику определения фракционного состава угля;
- изучить методику построения кривых обогатимости угля;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (каменный уголь) массой 5-10 кг;
- набор бачков с раствором хлористого цинка различной плотности;
- дешламационный бачок с сетчатым дном;
- бачки для ссыпания фракций различной плотности;
- сетчатый черпак для снятия всплывших фракций;
- совки;
- ареометр для проверки плотности растворов хлористого цинка;

- кружка для проверки плотности раствора хлористого цинка;
- резиновые перчатки для каждого члена бригады;
- весы технические.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Взвесить пробу.
3. Пробу засыпать в дешламатор (бачок с сетчатым дном) и подвергнуть дешламации орошением сильной струей воды или многократным опусканием и встряхиванием дешламатора с навеской угля в бачок с водой.
4. Дать воде стечь из дешламатора, после чего опустить дешламатор с исследуемой навеской в бачок с раствором хлористого цинка с наименьшей плотностью.
5. Всплывшую часть исследуемой навески снять сетчатым черпаком, давая стечь в бачок раствору хлористого цинка, и ссыпать в бачок с сетчатым дном, прополоскать чистой водой, высушить до воздушно-сухого состояния, взвесить и записать массу каждой фракции в рабочую тетрадь. После этого определить процентный выход её от исходной пробы. Плотность данной фракции будет меньше плотности раствора, в котором она всплыла.
6. Потонувшую часть навески, оставшуюся на дне первого дешламатора, вместе с дешламатором вынуть из первого бачка, дать стечь раствору (в тот же бачок) и перенести в бачок с раствором последующей плотности. Со всплывшей и потонувшей частью поступают так же, как и в предыдущем случае. Плотность зёрен всплывшей части будет лежать в пределах плотности смежных растворов.
7. Повторить пункты 5 и 6 необходимое количество раз.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 6

На основании результатов фракционного анализа и результатов анализа каждой фракции на определение массовой доли золы (негорючей массы) строятся кривые обогатимости угля.

Кривые обогатимости угля позволяют решать различные задачи, связанные с выбором и расчётом технологических схем обогащения,

а также рассчитать теоретические (наилучшие) результаты процесса обогащения.

В данной работе фракционный состав угля определяют студенты, а зольность каждой фракции задает преподаватель.

Результаты расслойки пробы угля заносят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Фракционный состав угля

Плотность фракций, кг/м^3	Исходный уголь			Всплывшая фракция		Потонувшая фракция	
	Выход		Зольность A^d, %	Выход γ_i, %	Зольность A_i^d, %	Выход γ_i, %	Зольность A_i^d, %
	кг	%					
< 1300						100,0	
1300-1400							
1400-1500							
1500-1600							
1600-1700							
> 1700				100,0			
Итого:		100,0		-	-	-	-

Извлечение золы в каждую фракцию рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon_i = \frac{\gamma_i \cdot A_i^d}{A^d},$$

где γ_i – выход фракции, %;

A^d – массовая доля золы (зольность) в исходном угле, %;

A_i^d – массовая доля золы (зольность) во фракции, %;

ε_i – извлечение золы во фракцию, %.

По данным фракционного состава угля строят кривые обогатимости угля, а также определяют категорию обогатимости угля.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7
КОЛЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ СУЛЬФИДНОЙ РУДЫ

Флотационный метод обогащения основан на различии в смачиваемости водой поверхности ценных минералов и минералов пустой породы.

Для создания гидрофобности (несмачиваемости) поверхности ценных минералов тонкоизмельченной руды, находящейся в водной среде, добавляют реагенты-собиратели. Благодаря гидрофобности, ценные минералы прикрепляются к пузырькам воздуха и поднимаются вместе с ними на поверхность пульпы, образуя минерализованный

пенный слой, который удаляют из камеры флотомашины. Минералы пустой породы смачиваются водой и остаются в объёме пульпы.

Флотационный метод широко применяют для обогащения сульфидных руд цветных металлов. В этом случае наиболее распространенными реагентами-собирателями являются ксантогенаты. Расход ксантогенатов при флотации сульфидных руд обычно не превышает 100 г/т. В процесс эти реагенты подают в виде водных растворов.

Для создания на поверхностях сульфидных минералов необходимой для закрепления ксантогенатов окисленной пленки в операцию измельчения руды подают реагент-регулятор среды, в качестве которого обычно используют известь или соду. Расходы их, в зависимости от вещественного состава полезного ископаемого, могут изменяться от 200 до 1500 г/т.

Для повышения механической прочности пузырьков воздуха, в результате которого улучшаются условия прилипания к ним ценных минералов, и увеличивается устойчивость флотационной пены, используют реагенты-пенообразователи. Одним из наиболее распространенных в настоящее время пенообразователей является реагент Т-92. Его расходы обычно колеблются от 20 до 100 г/т руды.

Кроме вышеперечисленных типов флотационных реагентов при селективной флотации руд используют реагенты-активаторы и подавители, которые усиливают или ослабляют действие собирателей.

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу лабораторной флотационной машины;
- изучить способы изменения режима работы флотомашины;
- освоить методику определения объёма раствора реагента при заданном расходе реагента;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба (250 г сульфидной руды класса крупности –3+0 мм);
- мельница стрежневая;
- рольганги;
- машина флотационная лабораторная механического типа конструкции Механобр;
- реагенты флотационные (сода или известь, бутиловый ксантогенат, Т-92);
- чашки фарфоровые;
- чашки металлические для сбора продуктов;

- промывалки;
- посуда химическая;
- бумага фильтровальная;
- весы электронные.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Изучить конструкцию и определить конструктивные параметры лабораторной флотационной машины (рисунок 7.1).
3. Изучить схему флотационного опыта (рисунок 7.2).
4. Очистить стержневую мельницу, в которой будет проводиться измельчение руды, от образовавшейся ржавчины. Для этого поместить в неё 300 г гранита и 300 $см^3$ воды. Масса стержней должна составлять 3000 г. Заполненную мельницу плотно закрыть крышкой с резиновой прокладкой и поместить на рольганги, включив их на 5-10 минут.
5. Подготовить пробу, 250 $см^3$ воды и навеску реагента: соды или извести (вид реагента и его расход задаёт преподаватель).
6. Остановить рольганги, вылить содержимое мельницы, промыть водой её внутреннюю поверхность и стержни.
7. В промытую мельницу с загруженными в неё стержнями сначала поместить отмеренное количество воды, затем пробу сульфидной руды и навеску реагента – регулятора среды. Измельчать в течение времени, указанного преподавателем, обычно 10-15 минут.
8. За период измельчения необходимо подготовить реагенты: собиратель и пенообразователь. Их расходы задаёт преподаватель в г/т руды. Необходимо самостоятельно определить объёмы растворов реагентов, подаваемых в процесс флотации.
9. По истечении заданной продолжительности измельчения снять мельницу с рольгангов, перенести её содержимое с помощью промывалки в камеру флотомашины. При этом нужно следить за тем, чтобы количество добавляемой воды было минимальным. В свободную от пульпы мельницу загрузить стержни, залить воду до бортика и поставить на место хранения.
10. Закрепить камеру 2 на корпусе флотомашины 1, залить в случае необходимости воду и включить двигатель. Через 2 минуты перемешивания в камеру 2 добавить необходимый объём раствора ксантогената и после минутного перемешивания в пульпу ввести пенообразователь.

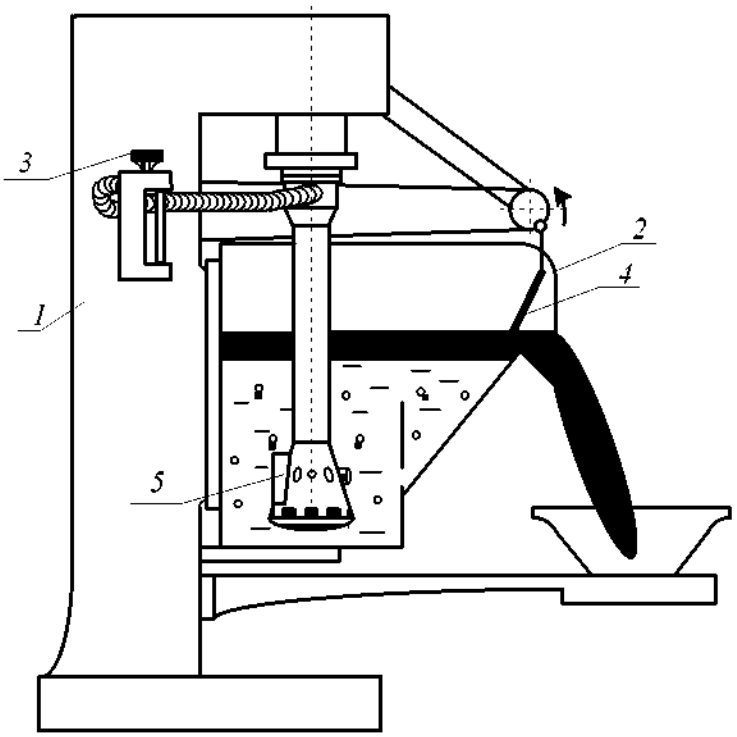


Рисунок 7.1 – Лабораторная флотационная машина

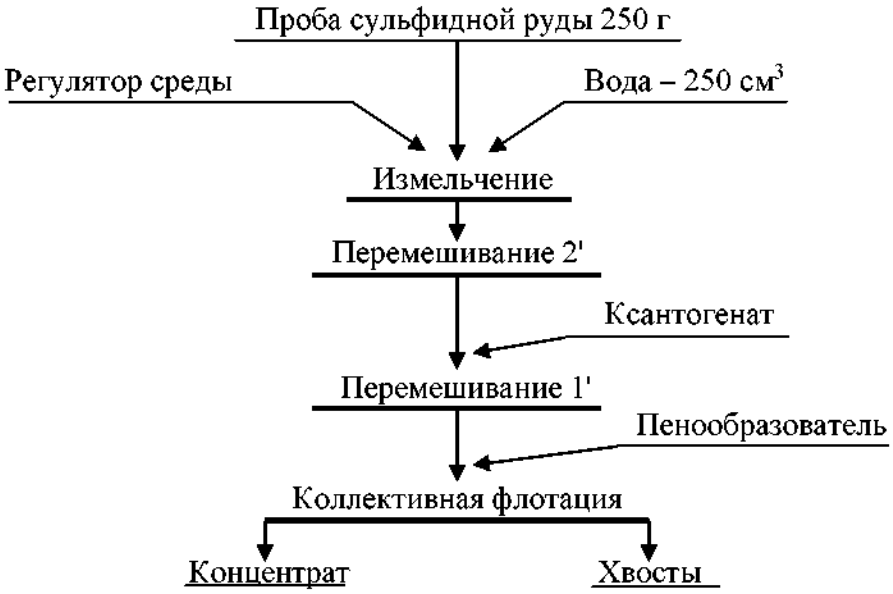


Рисунок 7.2 – Схема флотационного опыта

11. Осторожно повернуть вентиль воздушного крана 3, обеспечив этим засасывание воздуха в камеру для создания на её поверхности слоя минерализованной пены.
12. Включить пеносъёмник 4. В момент снятия первой порции пены зафиксировать время начала флотации. По мере снижения уровня пульпы в камере флотомашины добавлять воду из про-

мывалки, обмывая при этом её стенки и пеносъёмник от налипших минеральных частиц. Периодически следует отбирать пробу от пенного продукта в фарфоровую чашку. Постепенно нагруженность пены снижается, меняется и её цвет. Конец флотации фиксируется по отсутствию сульфидных минеральных частиц в фарфоровой чашке.

13. Закрыть воздушный кран 3, остановить пеносъёмник 4, выключить двигатель флотомашины. Пенный продукт отфильтровать на вакуум-фильтре и взвесить. Камерный продукт (хвосты) вылить в канаву.
14. Пустую камеру заполнить водой, закрепить на корпусе флотомашины и включить двигатель. Промыть машину в течение 2-3 минут. Затем ополоснуть из промывалки блок аэратора 5. Чистую камеру и блок аэратора протереть чистой тряпкой.
15. Убрать рабочее место в лаборатории.
16. Обработать результаты работы.
17. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 7

Методика определения объёма раствора реагента при заданном расходе реагента.

Например, заданный расход бутилового ксантогената составляет 100 г/т руды. Составим и решим пропорцию:

10^6 г (1 т) руды – 100 г ксантогената

250 г руды – X г ксантогената

$$X = \frac{100\,\text{г} \cdot 250\,\text{г}}{10^6\,\text{г}} = \frac{2{,}5\,\text{г}}{10^2} = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,\text{г}$$

Следует учесть, что ксантогенат используют во флотации в виде 1 % растворов, то есть в 100 $см^3$ раствора содержится 1 г ксантогената.

Составив пропорцию и решив её, определим объём раствора, который следует подать в камеру флотомашины:

100 $см^3$ раствора – 1 г ксантогената

V $см^3$ раствора – $2{,}5 \cdot 10^{-2}$ г ксантогената

$$V = \frac{100\,\text{см}^3 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,\text{г}}{1\,\text{г}} = 2{,}5\,\text{см}^3$$

Результаты расчёта показателей флотации занести в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Показатели коллективной флотации

Наименование продуктов обогащения	Выход		Массовая доля сульфидных минералов, %	Извлечение сульфидных минералов, %
	г	%		
Концентрат				
Хвосты				
Исходная руда		100,0		100,0

Массовую долю сульфидов в продуктах обогащения (β, ϑ) или в исходной руде (α) и в одном из продуктов задаёт преподаватель.

В конце отчёта по выполненной работе делается вывод, в котором анализируются полученным результатам и намечаются способы их повышения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8
МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Практическую работу по магнитной сепарации выполняют на лабораторном магнитном сепараторе для слабомагнитных руд. Результаты разделения минералов по их магнитной восприимчивости зависят от вещественного состава руды, крупности обогащаемого материала, напряжённости магнитного поля, производительности, высоты рабочей зоны и положения разделительного шибера. При выполнении работы потребуется получить зависимости выходных показателей качества процесса от указанных выше переменных факторов.

1. Цель:

- изучить конструкцию и работу роликового магнитного сепаратора;
- изучить влияние некоторых факторов на процесс магнитной сепарации;
- развить навыки анализа полученных данных.

2. Оборудование и материалы:

- проба материала (200-500 г руды класса крупности -3+0 мм);
- сепаратор магнитный роликовый;
- весы электронные;
- чашки лабораторные;
- щётка для чистки сепаратора.

Магнитный сепаратор (рисунок 8.1) состоит из основания 1 с закреплённым на нём бункером 2 с регулировочным шибером 3. Бункер 2 установлен над вибролотком 4, выполненным из немагнитного материала и которого осуществляется подача материала в рабочую зону магнитной системы, образованной магнитопроводом 5 и профилированным роликом 6. На магнитопроводе установлены катушки электромагнита 7, подключенные к выпрямителю тока 8, содержащего приборы измерения тока 9 и напряжения 10. На лицевой панели выпрямителя установлены переключатели режима работы, выключатель и регулятор нагрузки по току. Регулирование выходов отдельных фракций осуществляется шибером 11, а очистка ролика 6 щёткой 12.

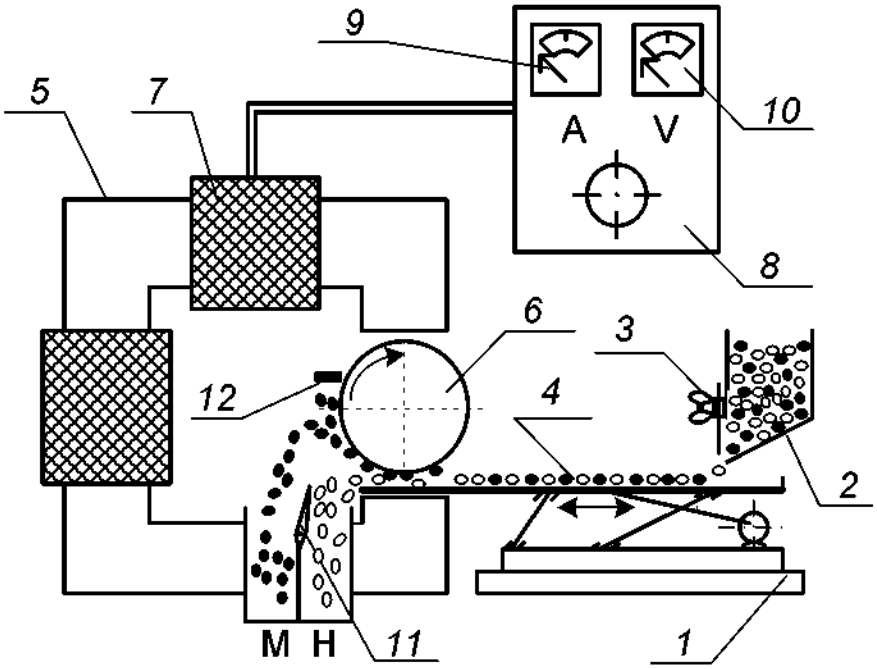


Рисунок 8.1 – Схема магнитного сепаратора

Перед опытом включают выпрямитель 8, устанавливают необходимое значение тока в обмотке электромагнита 7, включают привод вибролотка 4 и ролика 6. Материал из бункера 2 по вибролотку поступает в рабочий зазор, где и происходит разделение частиц по удельной магнитной восприимчивости. Частицы, имеющие большую удельную магнитную восприимчивость, выносятся роликом 6 из рабочего зазора, счищаются щёткой 12 и попадают в приёмник магнитной фракции. Регулирование производительности осуществляют смещением шибера 3. Положение шибера 3 изменяют в пределах от 10 до 30 мм, ток в обмотке электромагнита изменяют от 0 до 8 А.

3. Ход работы:

1. Получить у преподавателя пробу.
2. Определить массу пробы.
3. Изучить конструкцию и определить конструктивные и механические параметры роликового магнитного сепаратора.
4. Подключить сепаратор и выпрямитель к сети переменного тока.
5. Установить заданные значения настроек сепаратора (положение шибера, сила тока).
6. Загрузить исходный материал в бункер и зафиксировать время начала и конца опыта.
7. Полученные продукты взвесить, выполнить визуальную оценку, провести их анализ.
8. Убрать рабочее место в лаборатории.
9. Обработать результаты работы.
10. Составить отчёт по выполненной работе.

Пояснения по обработке результатов в работе 8

Полученные результаты разделения магнитной сепарацией занести в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Результаты магнитной сепарации

№ опыта	Наименование продукта	Выход		Сила тока, А	Положение шибера, мм
		г	%		
1	Магнитный			0,5	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
2	Магнитный			1,0	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
3	Магнитный			2,0	20
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
4	Магнитный			1,0	10
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		
5	Магнитный			1,0	30
	Немагнитный				
	Исходный продукт		100,0		

Используя данные таблицы 8.1 построить экспериментальные зависимости количественных показателей процесса магнитной сепарации от переменных факторов:

$$\gamma_м = f(I) \text{ для } h = 20 \text{ мм}$$

$$\gamma_м = f(h) \text{ для } I = 1 \text{ А}.$$

где I – сила тока в катушках, А;

h – положение шибера, мм.

Сделать вывод о влиянии силы тока и положения шибера на получаемые технологические показатели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Комлев, С.Г.* Основы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие / С.Г. Комлев // Урал. гос. горный ун-т. – 5-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 153 с.

2. *Колтунов, А.В.* Дробление, измельчение, грохочение: учебное пособие / А.В. Колтунов, С.Г. Комлев // Урал. гос. горный ун-т. – 2-е изд., стереотип. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 122 с.

3. *Морозов Ю.П.* Флотационные методы обогащения: конспект лекций / Ю.П. Морозов // Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 155 с.

4. ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФГБОУ ВО
«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

ОТЧЁТ
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

по дисциплине:
«Обогащение полезных ископаемых»

Руководитель
проф., д.т.н. _____ **Е. Ф. Цыпин**

Студент
группы ОПИ-00 _____ **А. В. Иванов**

Екатеринбург, 2018

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Правила и примеры оформления надписей к таблицам и рисункам

Таблицы следует располагать в тексте сразу же после первого упоминания их или на следующей странице. В тексте слово «таблица» пишется полностью с указанием порядкового номера. Заголовок таблицы выполняется без абзацного отступа с выравниванием «по центру». Точка в конце заголовка не ставится. Между основным текстом, заголовком таблицы и самой таблицей – пустая строка. Размер шрифта в таблице должен быть меньше размера основного текста (например, основной текст – 14, в таблице – 13 (12) и меньше).

Таблица 1 – Результаты флотационного обогащения

Наименование продуктов обогащения	**Выход**		**Массовая доля полезного компонента, %**	**Извлечение полезного компонента, %**
	г	**%**		
Концентрат				
Промпродукт				
Хвосты				
Исходная руда		100,0		100,0

Рисунок вставляется после первого упоминания о нём в тексте. В тексте слово «рисунок» пишется полностью с указанием порядкового номера.

Наименование схемы, рисунка делается под рисунком и располагается симметрично относительно поля рисунка. Под наименованием рисунка после двоеточия помещают расшифровку обозначений и поясняющие записи.

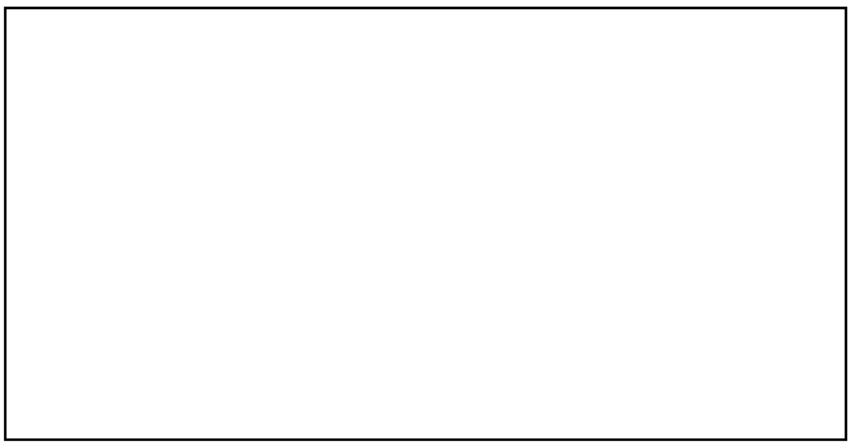


Рисунок 1 – Схема устройства оборудования:
1 – …; 2 – …

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Ушоров



Бекчурина Е. А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.32.04 ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2023**

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ... 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА ... 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ... 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса ... 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам ... 5
Подготовка и написание контрольной работы ... 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) ... 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ... 8
Подготовка к зачёту ... 8
Подготовка к экзамену ... 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов - это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы - закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как опНпе, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса: *для овладения знаниями:*

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей. *для закрепления и систематизации знаний:*
- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам. *для формирования навыков и умений:*
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям: *для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей. *для закрепления и систематизации знаний:*
- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам. *для формирования навыков и умений:*
- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям: *для овладения знаниями:*

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами. *для закрепления и систематизации знаний:*
- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов. *для формирования навыков и умений:*
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа - индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе: *для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами. *для закрепления и систематизации знаний:*
- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки. *для формирования навыков и умений:*
- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией - это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя: *для овладения знаниями:*

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них. *для формирования навыков и умений:*

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) - форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту): *для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест - это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практикоориентированные задания.

Теоретический вопрос - индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практикоориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.



Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Е. А. Бекчурина

ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Практикум
по дисциплине «Горнопромышленная экология»
для студентов специализаций
«Обогащение полезных ископаемых»,
«Горные машины и оборудование»,
«Электрификация и автоматизация горного производства»
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Екатеринбург – 2017

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета

« 28 » марта 2017 г.

Председатель комиссии

_____проф. В. П. Барановский

Е. А. Бекчурина

ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Практикум
по дисциплине «Горнопромышленная экология»
для студентов специализаций
«Обогащение полезных ископаемых»,
«Горные машины и оборудование»,
«Электрификация и автоматизация горного производства»
направления 21.05.04 – «Горное дело»
всех форм обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

УДК 502.1
Б 42
Рецензент: *Морозов Ю.П.,* д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Обогащение полезных ископаемых» УГГУ

Практикум рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых» 09 февраля 2017 г. (протокол № 5) и рекомендован для издания в УГГУ.

Бекчурина Е. А.
Б 42 ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ: Практикум / Бекчурина Е. А.; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2017. 46 с.

В практикуме приведены методики и задания для выполнения практических работ по дисциплине «Горнопромышленная экология».

Практикум предназначен для студентов очной и заочной форм обучения направления 21.05.04 – «Горное дело», специализаций «Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ), «Горные машины и оборудование» (ГМО), «Электрификация и автоматизация горного производства» (ЭГП).

© Уральский государственный горный университет, 2017
© Бекчурина Е. А., 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
Практическая работа № 1. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ... 5
Практическая работа № 2. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА 7
Практическая работа № 3. РАСЧЕТ РАССЕИВАНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ 9
Практическая работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ СТАЦИОНАРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ 14
Практическая работа № 5. ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ 18
Практическая работа № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА СБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ 19
Практическая работа № 7. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ 23
Практическая работа № 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ 25
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 30
Приложение А 31
Приложение Б 32
Приложение В 36
Приложение Г 37
Приложение Д 41
Приложение Е 43

ВВЕДЕНИЕ

Практикум по дисциплине «Горнопромышленная экология» содержит практические работы, нацеленные на изучение основных законодательных актов в области регулирования природоохранной деятельности в Российской Федерации, методик определения допустимого воздействия на природные ресурсы и расчета размера платы за негативное воздействие на окружающую среду. В практических работах, касающихся экологического законодательства, предложены вопросы для проверки и систематизации знаний законодательных актов. В расчетных работах предложены двадцать вариантов заданий, для каждого варианта приведены необходимые для решения задачи исходные данные.

Работы по изучению экологического законодательства способствуют получению навыков работы с законодательными актами и проецированию содержащихся в них положений на деятельность предприятий горнопромышленного комплекса. Работы по определению допустимого воздействия на окружающую среду и платы за негативное воздействие позволяют оценить уровень влияния горных предприятий на биосферу и экономическую выгоду от проведения мероприятий природоохранного характера.

Отчёт по практическим работам № 1, 2, 5, 7 должен содержать:

– название и цель работы;

– ответы на вопросы.

Отчёт по практическим работам № 3, 4, 6, 8 должен содержать:

– название и цель работы;

– исходные данные для расчета;

– расчетные формулы;

– полученные результаты в виде таблиц и графиков;

– анализ полученных результатов;

– выводы по работе.

Оформленные отчеты по практическим работам представляются преподавателю для проверки и защиты. При защите практических работ студент должен дать исчерпывающие ответы на заданные преподавателем вопросы.

Защищенные практические работы являются основанием для допуска студента к сдаче зачета/экзамена по дисциплине «Горнопромышленная экология».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Цель работы: знакомство с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» и анализ воздействия горнопромышленных предприятий на окружающую среду.

При реализации хозяйственной деятельности, связанной с использованием природных ресурсов, в том числе полезных ископаемых, неизбежно возникают экологические отношения. Основным документом, регулирующим экологические взаимоотношения в Российской Федерации, является Федеральный закон (ФЗ) от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

ФЗ «Об охране окружающей среды» состоит из 16 глав и 84 статей.

В *главе I* «Общие положения», состоящей из четырех статей, содержатся основные понятия, используемые в законе, законодательные документы, регулирующие отношения в области охраны окружающей среды, основные принципы охраны окружающей среды и объекты охраны окружающей среды.

В *главе II* «Основы управление в области охраны окружающей среды» перечислены полномочия органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды.

В *главе III* изложены права и обязанности граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций в области охраны окружающей среды.

Глава IV посвящена экономическому регулированию в области охраны окружающей среды.

В *главе V* рассмотрены вопросы нормирования в области охраны окружающей среды, осуществляемого с целью регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. Нормирование заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также нормативных документов.

В главе *VI* говорится о необходимости проведения оценки воздействия на окружающую среду планируемой деятельности и экологической экспертизы.

В главе *VII* содержатся требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности. В соответствии со ст. 34 размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, консервация и ликвидация зданий, строений, сооружений и иных объектов, оказывающих прямое или косвенное негативное воздействие на окружающую среду, осуществляются в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды. При этом должны предусматриваться мероприятия по охране окружающей среды, восстановлению природной сре-

ды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности.

В *главе VIII* изложен порядок установления зон экологического бедствия и зон чрезвычайных ситуаций.

Глава IX посвящена природным объектам, имеющим особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение и находящимся под особой охраной.

В *главе X* содержатся сведения о государственном экологическом мониторинге, осуществляемом посредством создания и обеспечения функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы государственного экологического мониторинга, а также создания и эксплуатации уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти государственного фонда данных.

Глава XI содержит сведения о государственном экологическом надзоре, производственном и общественном контроле в области охраны окружающей среды.

В *главе XII* «Научные исследования в области охраны окружающей среды» определены цели проведения такого рода исследований, среди которых оценка последствий негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, разработка и создание наилучших технологий в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов и др.

В *главе XIII* «Основы формирования экологической культуры» говорится о необходимости всеобщего экологического просвещения в целях формирования экологической культуры в обществе, воспитания бережного отношения к природе, рационального использования природных ресурсов.

Глава XIV регулирует ответственность за нарушение требований законодательства и порядок разрешения споров в области охраны окружающей среды. За нарушение законодательства в области охраны окружающей среды устанавливается имущественная, дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством.

Глава XV посвящена международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды и содержит статьи о принципах международного сотрудничества и международных договорах РФ.

В *главе XVI* «Заключительные положения» приведены нормативные правовые акты, признанные утратившими силу со дня вступления в силу ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г.

Оформление отчета по практической работе

После изучения ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» в отчете по практической работе следует привести ответы на следующие вопросы:

1. Перечислите наиболее важные принципы охраны окружающей среды в отношении деятельности горнопромышленного предприятия.

2. На какие категории подразделяются объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду?

3. Каким образом осуществляется экономическое регулирование в области охраны окружающей среды?

4. В каких случаях горнопромышленное предприятие может получить государственную поддержку, осуществляемую в целях охраны окружающей среды?

5. В чем суть нормирования в области охраны окружающей среды?

6. Какие требования в области охраны окружающей среды должны быть соблюдены при проектировании горнопромышленного предприятия?

7. С какой целью осуществляется государственный экологический мониторинг?

8. Кто и с какой целью осуществляет государственный экологический надзор, производственный и общественный контроль в области охраны окружающей среды?

9. Для чего проводятся научные исследования в области охраны окружающей среды?

10. Изложите Ваше мнение относительно введения в курс обучения дисциплины «Горнопромышленная экология». Считаете ли Вы ее полезной и необходимой?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2
ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Цель работы: знакомство с ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» и анализ негативного воздействия горных предприятий на атмосферный воздух.

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных.

ФЗ от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» состоит из 10 глав и 34 статей.

В *главе I* «Общие положения», состоящей из четырех статей, содержатся основные понятия, используемые в законе, законодательные документы, регулирующие отношения в области охраны атмосферного воздуха.

В *главе II* «Управление в области охраны атмосферного воздуха» приведены принципы государственного управления в области охраны атмосферного воздуха и перечислены полномочия органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления в области охраны атмосферного воздуха.

В главе III «Организация деятельности в области охраны окружающей среды» рассмотрены вопросы нормирования качества атмосферного воздуха и

вредных физических воздействий на атмосферный воздух. Законом предусмотрено установление гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха и предельно допустимых уровней физических воздействий на него.

Глава IV посвящена государственному учету вредных воздействий на атмосферу и их источников, который ведется в рамках государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

В *главе V* говорится об организации мониторинга атмосферного воздуха, государственного надзора в области его охраны, производственного и общественного контроля за охраной атмосферного воздуха.

Глава VI «Экономический механизм охраны атмосферного воздуха» включает статью о плате за выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

В *главе VII* изложены права граждан, юридических лиц и общественных объединений в области охраны атмосферного воздуха.

Глава VIII регулирует ответственность за нарушение требований законодательства и порядок разрешения споров в области охраны атмосферного воздуха. За нарушение законодательства в области охраны атмосферного воздуха устанавливается уголовная, административная и иная ответственность в соответствии с законодательством РФ.

Глава IX посвящена международному сотрудничеству РФ в области охраны атмосферного воздуха.

В *главе X* «Заключительные положения» приведены нормативные правовые акты, признанные утратившими силу со дня вступления в силу ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г.

Оформление отчета по практической работе

После изучения ФЗ № 96 «Об охране атмосферного воздуха» в отчете по практической работе следует привести ответы на следующие вопросы:

1. Что такое предельно допустимый выброс и временно согласованный выброс?
2. Дайте определения стационарного и передвижного источников выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух.
3. Какие принципы государственного управления в области охраны атмосферного воздуха, на ваш взгляд, наиболее важны с точки зрения деятельности горнопромышленного предприятия?
4. Какова роль нормирования в области охраны атмосферного воздуха?
5. Какие требования в области охраны атмосферного воздуха должны быть соблюдены при вводе в эксплуатацию горнопромышленного предприятия?
6. Что такое инвентаризация стационарных источников и выбросов вредных веществ в атмосферу и с какой целью ее осуществляют?
7. Какова роль государственного надзора в области охраны атмосферного воздуха?

8. Приведите примеры негативного влияния горного предприятия на атмосферный воздух.

9. Оцените влияние внедрения наилучших доступных технологий на состояние атмосферы (на примере горнопромышленного предприятия).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3
РАСЧЕТ РАССЕИВАНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

Цель работы: освоение методики расчета концентраций вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.

Степень опасности загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха вредными веществами определяют по рассчитанному значению максимальной приземной концентрации вредных веществ, которая может устанавливаться на некотором расстоянии от источника выброса при неблагоприятных метеорологических условиях (рисунок 1).

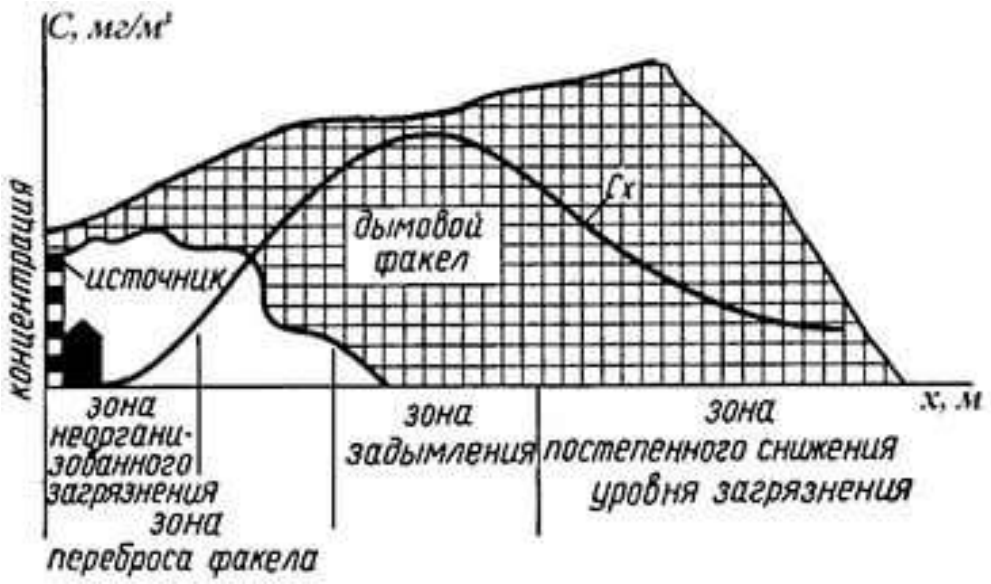


Рисунок 1 – Распределение концентрации вредных веществ в атмосфере от стационарного источника выброса

Максимальная концентрация C_{max} вредного вещества в приземном слое при нагретых газопылевых выбросах через трубы с круглым устьем для одиночного источника, мг/м^3

$$C_{max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}, \qquad (3.1)$$

при холодных выбросах из одиночного источника с круглым устьем максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое

$$C_{\max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot D \cdot \eta}{8 \cdot Q \cdot H^{4/3}}, \qquad (3.2)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющей условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе. Коэффициент A равен:

– для районов Средней Азии южнее 40º с. ш., Читинской области, Бурятии – 250;

– для Европейской территории России, для районов южнее 50º с. ш., нижнего Поволжья, Дальнего Востока и остальной территории Сибири – 200;

– для Европейской территории России и Урала от 50 до 52º с. ш., за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов – 180;

– для Европейской территории России и Урала севернее 52º с. ш., за исключением Центрально-Европейской территории – 160;

– для Московской, Тульской, Рязанской, Калужской, Владимирской, Ивановской областей – 140;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли, м;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности ($\eta = 1-4$) (для ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$);

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси $T_г$ и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_в$, °С, $\Delta T = T_г - T_в$;

Q – объемный расход газовоздушной смеси, поступающей от источника в атмосферу, м^3/с.

Объемный расход газовоздушной смеси, поступающей от источника в атмосферу рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \vartheta_г, \qquad (3.3)$$

где D – диаметр устья источника выброса, м;

$\vartheta_г$ – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса, м/с.

Значение безразмерного коэффициента F для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю, принимают равным единице (F = 1); для мелкодисперсных аэрозолей при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов выше 90 % F = 2; от 75 до 90 % – F = 2,5; менее 75 % – F = 3.

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f, $\vartheta_в$, $\vartheta'_в$, f_e.

Коэффициент f, м/(с^2·°С)

$$f = 1000 \frac{\vartheta_г^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}. \quad (3.4)$$

Для нагретых выбросов $\vartheta_в$ (м/с) рассчитывается следующим образом:

$$\vartheta_в = 0{,}65 \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T / H}. \quad (3.5)$$

Значение параметра f_e для холодных выбросов ($\Delta T \approx 0$) рассчитывается по формуле:

$$f_e = 800(\vartheta'_в)^3. \quad (3.6)$$

При этом $$\vartheta'_в = 1{,}3 \frac{\vartheta_г \cdot D}{H}. \quad (3.7)$$

Безразмерный коэффициент m:

$$m = \frac{1}{0{,}67 + 0{,}1\sqrt{f} + 0{,}34\sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100, \quad (3.8)$$

$$m = \frac{1{,}47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100, \quad (3.9)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f_e = f$.

Коэффициент n определяется в зависимости от параметра $\vartheta_в$:

при $\vartheta_в < 0{,}5$ $n = 4{,}4\ \vartheta_в$;

при $0{,}5 \leq \vartheta_в < 2$ $n = 0{,}532\ \vartheta_в^2 - 2{,}13\ \vartheta_в + 3{,}13$;

при $\vartheta_в \geq 2$ $n = 1$.

Значения наибольшей концентрации каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы C_{max} не должны превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации данного вредного вещества в атмосферном воздухе ПДК$_{м.р.}$:

$$C_{max} \leq \text{ПДК}_{м.р.}. \quad (3.10)$$

При одновременном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих однонаправленным характером действия, их суммарная концентрация не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \ldots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \quad (3.11)$$

где C_1, C_2, ..., C_n – фактическая концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м^3;

$ПДК_1$, $ПДК_2$, … $ПДК_n$ – соответствующие максимальные разовые предельно допустимые концентрации соответствующих вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м^3.

Расстояние $x_{C_{max}}$, на котором образуется максимальная концентрация вредных веществ по оси факела, м

$$x_{C_{max}} = \left[\frac{5 - F}{4}\right] d \cdot H, \quad (3.12)$$

где d – безразмерный коэффициент, значение которого для нагретых выбросов определяется по формулам:

при $\vartheta_в \le 0{,}5$ $\quad d = 2{,}48\cdot(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f_e})$;

при $0{,}5 < \vartheta_в \le 2$ $\quad d = 4{,}95\vartheta_в\cdot(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f})$;

при $\vartheta_в > 2$ $\quad d = 7\sqrt{\vartheta_в}\cdot(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f})$.

Для холодных выбросов:

при $\vartheta'_в \le 0{,}5$ $\quad d = 5{,}7$;

при $0{,}5 < \vartheta'_в \le 2$ $\quad d = 11{,}4\vartheta'_в$;

при $\vartheta'_в > 2$, $\quad d = 16\sqrt{\vartheta'_в}$.

Для построения зависимости *C(x)* необходимо рассчитать значение концентрации вредных веществ в атмосфере на различных расстояниях x от источника выброса по оси факела. В практической работе студенты задаются двумя значениями x меньше $x_{C_{\max}}$ и двумя значениями x больше $x_{C_{\max}}$. Концентрация вредных веществ в атмосфере на заданных расстояниях x от источника выброса

$$C_x = S \cdot C_{\max}\,, \qquad (3.13)$$

где S – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения $x/x_м$ и коэффициента F:

при $x/x_{C_{\max}} \le 1$ $\quad S = 3(x/x_{C\max})^4 - 8(x/x_{C\max})^3 + 6(x/x_{C\max})^2$;

при $1 < x/x_{C_{\max}} \le 8$ $\quad S = \dfrac{1{,}13}{0{,}13(x / x_{C\,max})^2 + 1}$;

при $x/x_{C_{\max}} > 8$ и $F \le 1{,}5$ $\quad S = \dfrac{x / x_{C\max}}{3{,}58(x / x_{C\max})^2 - 35{,}2(x / x_{C\max}) + 120}$;

при $x/x_{C_{\max}} > 8$ и $F > 2$, $\quad S = \dfrac{1}{0{,}1(x / x_{C\max})^2 + 2{,}47(x / x_{C\max}) - 17{,}8}$.

По рассчитанным точкам строится зависимость *C(x)*.

Предельно допустимый выброс вредного вещества в атмосферу (ПДВ, г/с), при котором его максимальная концентрация в приземном слое воздуха не превышает $ПДК_{м.р.}$

$$ПДВ = \frac{(ПДК_{м.р.} - C_ф)\cdot M}{C_{\max}}, \qquad (3.14)$$

где $C_ф$ – фоновая концентрация вредного вещества, мг/м^3. При выполнении расчетов принять $C_ф = 0$.

Минимальная высота $H_{\min}$ источника выброса, при которой максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое не превышает $ПДК_{м.р.}$ определяется по формулам:

- для нагретых выбросов

$$H_{\min} = \left(\frac{A\cdot M\cdot F\cdot \eta}{(ПДК_{м.р.} - C_ф)\cdot \sqrt[3]{Q\cdot \Delta T}}\right)^{0{,}5} = H\left(\frac{C_{\max}}{m\cdot n\cdot (ПДК_{м.р.} - C_ф)}\right)^{0{,}5}; \qquad (3.15)$$

- для холодных выбросов

$$H_{\min} = \left(\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot \eta}{8Q \cdot (\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\text{ф}})}\right)^{3/4} = H\left(\frac{C_{\max}}{n \cdot (\text{ПДК}_{\text{м.р.}} - C_{\text{ф}})}\right)^{3/4}. \quad (3.16)$$

Варианты заданий для выполнения практической работы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для выполнения практической работы № 3

Номер варианта	Вредное вещество	A	η	H, м	$T_{\text{г}}$, °С	$T_{\text{в}}$, °С	D, м	$\vartheta_{\text{г}}$, м/с	M, г/с	$\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$, мг/м^3
1	SO_2	250	1,0	25	105	25	1,2	8	8	0,5
2	SO_2	250	1,0	30	85	27	1,0	12	10	0,5
3	SO_2	250	1,0	35	110	25	1,4	9	12	0,5
4	SO_2	250	1,0	25	20	20	1,3	8	11	0,5
5	SO_2	250	1,0	40	105	28	1,2	10	14	0,5
6	SO_2	180	1,0	30	120	30	1,0	12	10	0,5
7	NO_2	180	1,0	40	95	30	1,2	10	10	0,085
8	NO_2	180	1,0	25	120	30	1,4	8	6	0,085
9	NO_2	180	1,0	30	75	25	0,8	11	8	0,085
10	NO_2	180	1,0	40	115	30	1,0	10	5	0,085
11	NO_2	200	1,0	35	100	25	1,2	9	12	0,085
12	NO_2	200	1,0	30	125	25	1,5	7	8	0,085
13	NO	200	1,0	35	110	20	1,3	7	10	0,6
14	NO	200	1,0	20	100	23	1,2	7	13	0,6
15	NO	200	1,0	20	120	26	1,2	12	11	0,6
16	NO	160	1,0	35	95	18	1,4	8	9	0,6
17	NO	160	1,0	25	100	24	1,3	9	10	0,6
18	NO	160	1,0	40	20	20	1,5	7	10	0,6
19	CO	160	1,0	20	25	25	1,0	6	8	3,0
20	CO	160	1,0	20	70	23	1,2	9	12	3,0

Оформление отчета по практической работе

В отчете по практической работе необходимо представить:

- исходные данные для расчета;

- расчеты максимальной концентрации вредного вещества $C_{\max}$ в приземном слое атмосферы, расстояния $x_{C\max}$, на котором образуется максимальная концентрация вредного вещества, предельно допустимого выброса вредного вещества в атмосферу ПДВ и минимальной высоты источника выброса $H_{\min}$;

- зависимость *C(x)*;

- выводы о соблюдении или не соблюдении предприятием экологических требований на основании сравнения рассчитанного значения $C_{\max}$ с $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ данного вредного вещества, фактического выброса вредного вещества M с ПДВ, рассчитанного значения минимальной высоты источника выброса $H_{\min}$ с фактической высотой трубы H;

- рекомендации по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ СТАЦИОНАРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Цель работы: освоение методики расчета платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками.

Согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» одним из основных принципов охраны окружающей среды является платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде.

Объект, распространяющий загрязняющие атмосферу вещества, называется источником выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферу. Источники выбросов вредных веществ подразделяются на стационарные и передвижные.

Под *стационарным источником* понимается источник выброса, местоположение которого определено с применением единой государственной системы координат или который может быть перемещен посредством передвижного источника.

Передвижной источник – транспортное средство, двигатель которого при его работе является источником выброса.

С 1 января 2015 г. плата за негативное воздействие на атмосферный воздух взимается только за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками.

Выброс вредных веществ в атмосферный воздух допускается на основании специального документа – разрешения на выброс вредных (загрязняющих) веществ.

В указанном разрешении на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками устанавливаются предельно допустимые выбросы (ПДВ) и др. условия, обеспечивающие охрану атмосферного воздуха.

Предельно допустимый выброс – норматив выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который определяется как объем или масса химического вещества либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатель активности радиоактивных веществ, допустимый для выброса в атмосферный воздух стационарным источником и (или) совокупностью стационарных источников, и при соблюдении которого обеспечивается выполнение требований в области охраны атмосферного воздуха.

В случае невозможности соблюдения предельно допустимых выбросов хозяйствующим субъектом, имеющим источники выброса вредных веществ в атмосферный воздух, территориальные органы Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по согласованию с территориальными органами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и бла-

гополучия человека могут устанавливать для таких источников временно согласованные выбросы (ВСВ), которые вносятся в соответствующее разрешение.

Временно согласованный выброс – временный лимит выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для действующих стационарных источников выбросов с учетом качества атмосферного воздуха и социально-экономических условий развития соответствующей территории в целях поэтапного достижения установленного предельно допустимого выброса.

Размер платежей природопользователей за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками определяется как сумма платежей за загрязнение:

• в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов загрязняющих веществ;

• в пределах установленных лимитов выбросов загрязняющих веществ;

• за сверхлимитное загрязнение воздуха.

Согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» плата за негативное воздействие на атмосферный воздух исчисляется лицами, обязанными вносить плату, самостоятельно путем умножения величины платежной базы по каждому загрязняющему веществу, включенному в перечень загрязняющих веществ на соответствующие ставки указанной платы с применением коэффициентов и суммирования полученных величин.

Платежной базой для исчисления платы за негативное воздействие на атмосферный воздух является объем или масса выбросов загрязняющих веществ в отчетном периоде. Отчетным периодом в отношении внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду признается календарный год.

Ставки платы за негативное воздействие на атмосферный воздух устанавливаются за выбросы загрязняющих веществ в отношении каждого загрязняющего вещества, включенного в перечень загрязняющих веществ.

Постановлением правительства РФ № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» от 13 сентября 2016 г. утверждены новые ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду на 2016, 2017, 2018 годы. В отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду применяются с использованием *дополнительного коэффициента 2*. Новые ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительный коэффициент к ним применяются при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду с 1 января 2016 г.

Из суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду вычитаются затраты на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, фактически произведенные лицами, обязанными вносить плату, в пределах исчисленной платы за негативное воздействие на окружающую среду.

С 1 января 2016 г. до 31 декабря 2019 г. при исчислении платы за негатив-

ное воздействие на окружающую среду к ставкам указанной платы за выбросы вредных веществ в атмосферный воздух применяются следующие коэффициенты:

- ✓ 1 – за объем или массу выбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов;
- ✓ 5 – за объем или массу выбросов загрязняющих веществ в пределах временно разрешенных выбросов на период реализации плана мероприятий по охране окружающей среды или программы повышения экологической эффективности;
- ✓ 25 – за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные разрешениями на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В соответствии с постановлением правительства РФ от 03.03.2017 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» размер платы за выбросы загрязняющих веществ *в пределах (равных или менее) нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ* $П_{НДатм}$ определяется по формуле:

$$П_{НДатм} = \sum_{i=1}^{n} М_{НДiатм} \cdot Н_{ПЛiатм} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{НД}\ , \qquad (4.1)$$

где *i* –загрязняющее вещество, *i* = 1, 2, 3 … *n*;

$М_{НДiатм}$ – платежная база за выбросы *i*-го загрязняющего вещества, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как масса или объем выбросов загрязняющих веществ в количестве равном либо менее установленных нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ, т ($м^3$);

$Н_{ПЛiатм}$ – ставка платы за выброс *i*-го загрязняющего вещества в атмосферный воздух, руб./т (руб./$м^3$);

$К_{ОТ}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, равный 2;

$К_{НД}$ – коэффициент к ставкам платы за выброс *i*-го загрязняющего вещества за объем или массу выбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, равный 1.

Размер платы за выбросы загрязняющих веществ *в пределах установленных лимитов* $П_{ВРатм}$ осуществляется следующим образом:

$$П_{ВРатм} = \sum_{i=1}^{n} М_{ВРiатм} \cdot Н_{ПЛiатм} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{ВР}\ , \qquad (4.2)$$

где $М_{ВРiатм}$ – платежная база за выброс *i*-го загрязняющего вещества, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как разница между массой или объемом выбросов загрязняющих веществ в количестве, равном либо менее лимитов на выбросы, и массой или объемом выбросов загрязняющих веществ в пределах установленных нормативов допустимых выбросов, т ($м^3$);

$К_{ВР}$ – коэффициент к ставкам платы за выброс *i*-го загрязняющего вещества за объем или массу выбросов загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов на выбросы на период реализации плана снижения выбросов, равный 5.

Расчет платы *при превышении выбросов загрязняющих веществ, установленных в разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух* $П_{СРатм}$, осуществляется по формуле

$$П_{СРатм} = \sum_{i=1}^{n} М_{СРiатм} \cdot Н_{ПЛiатм} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{СР}\ , \qquad (4.3)$$

где $М_{СРiатм}$ – платежная база за выброс *i*-го загрязняющего вещества, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как разница между массой или объемом выбросов загрязняющих веществ в количестве, превышающем установленные в соответствующих разрешениях выбросы загрязняющих веществ, и массой или объемом лимитов на выбросы либо, при их отсутствии, нормативно допустимых выбросов загрязняющих веществ, т ($м^3$);

$К_{СР}$ – коэффициент к ставкам платы за выброс *i*-го загрязняющего вещества за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные разрешениями на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, равный 25.

В случае отсутствия в разрешении на выбросы загрязняющих веществ согласованных лимитов (ВСВ) превышение фактического выброса загрязняющего вещества над утвержденным значением норматива (ПДВ) считается сверхлимитным выбросом.

Сумма платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками $П_{атм}$ определяется следующим образом:

$$П_{атм} = П_{НДатм} + П_{ВРатм} + П_{СРатм}. \qquad (4.4)$$

Не позднее 10-го марта года, следующего за отчетным периодом, лица, обязанные вносить плату, представляют администратору платы по месту учета объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду, объекта размещения отходов производства и потребления, декларацию о плате. В разделе 1 декларации указываются результаты расчета суммы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными объектами (приложение А).

Варианты заданий для выполнения практической работы приведены в приложении Б.

Оформление отчета по практической работе

Отчет по практической работе должен содержать:

- исходные данные для расчета;
- расчет платы за выбросы загрязняющих веществ;
- результаты расчета платы за выбросы загрязняющих веществ в виде таблицы из приложения А;
- выводы по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Цель работы: знакомство с Водным кодексом Российской Федерации и оценка воздействия горных предприятий на гидросферу.

Основным законодательным актом, регулирующим использование и охрану водных ресурсов, является Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ. Водный кодекс состоит из 7 глав и 69 статей.

В *главе 1* «Общие положения» содержатся основные понятия, используемые в законе, приведены законодательные документы, регулирующие отношения в области охраны водных ресурсов, перечислены принципы, на которых основывается водное законодательство, перечислены объекты, относящиеся к поверхностным и подземным водным объектам, водным объектам общего пользования.

Глава 2 регулирует право собственности на водные объекты, право пользования и прекращение права пользования водными объектами.

Согласно *главе 3* предоставление водных объектов в пользование осуществляется на основании договоров водопользования, на основании решений о предоставлении водных объектов в пользование либо без таковых.

В *главе 4* «Управление в области использования и охраны водных объектов» перечислены полномочия органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления в области водных отношений, дано понятие о бассейновых округах и бассейновых советах.

Ст. 30 посвящена государственному мониторингу водных объектов, который представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, собственности физических лиц, юридических лиц.

Информация о водных объектах сводится в государственный водный реестр, представляющий собой систематизированный свод документированных сведений о водных объектах, об их использовании, о речных бассейнах, о бассейновых округах.

Водохозяйственные мероприятия и мероприятия по охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов, осуществляются на основании схемы комплексного использования и охраны водных объектов (ст. 33), включающей в себя систематизированные материалы о состоянии водных объектов и об их использовании.

Поддержание поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем требованиям законодательства, обеспечивается путем установления и соблюдения нормативов допустимого воздействия на водные объекты (ст. 35).

Нормативы допустимого воздействия на водные объекты разрабатывают-

ся на основании предельно допустимых концентраций химических веществ, радиоактивных веществ, микроорганизмов и др. показателей качества воды в водных объектах.

Ст. 36 посвящена организации государственного надзора в области использования и охраны водных объектов.

В главе 5 «Водопользование» перечислены цели водопользования, виды водопользования, права и обязанности собственников водных объектов и водопользователей, основные требования к использованию водных объектов.

В *главе 6* содержатся основные требования к охране водных объектов от загрязнения и засорения.

Глава 7 регулирует ответственность за нарушение водного законодательства. Ст. 68 предусмотрена административная, уголовная ответственность за нарушение водного законодательства в соответствии с законодательством Российской Федерации. Лица, причинившие вред водным объектам, обязаны возместить его добровольно или в судебном порядке.

Оформление отчета по практической работе

После изучения Водного кодекса РФ в отчете по практической работе следует привести ответы на следующие вопросы:

1. Дайте определение сточных вод.
2. Какие принципы водного законодательства на ваш взгляд наиболее важны с точки зрения деятельности горнопромышленного предприятия?
3. На основании каких документов водные объекты предоставляются в пользование?
4. Какова роль нормирования в области охраны водных ресурсов?
5. Что такое бассейновые округа и бассейновые советы?
6. Для чего проводится государственный мониторинг водных объектов?
7. С какой целью разрабатываются схемы комплексного использования и охраны водных объектов?
8. Что подразумевается под водоохранной зоной?
9. Как в соответствии с водным законодательством предприятие может осуществлять сброс сточных вод?
10. Приведите примеры негативного воздействия горных предприятий на водные ресурсы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА СБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Цель работы: освоение методики расчета платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты.

Согласно Водному Кодексу РФ сброс загрязняющих веществ в составе сточных и дренажных вод осуществляется субъектами хозяйственной деятельности на основе соответствующего разрешения, в котором указываются место

сброса, объем допустимых сбросов и требования к качеству воды в водных объектах в местах сброса сточных и дренажных вод.

Под *сточными водами* понимают дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, сточные воды централизованной системы водоотведения и др. воды, отведение (сброс) которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с водосборной площади.

Согласно ФЗ от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ *нормативы допустимых сбросов* (НДС) – нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для сброса в водные объекты стационарными источниками.

При невозможности соблюдения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов могут устанавливаться лимиты на сбросы (временно согласованные сбросы (ВСС)) на основе соответствующих разрешений, действующих только в период проведения природоохранных мероприятий с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов.

Лимиты на сбросы – ограничения сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов в окружающую среду, установленные на период проведения мероприятий по охране окружающей среды, в том числе внедрения наилучших существующих технологий, в целях достижения нормативов в области охраны окружающей среды.

Размер платежей природопользователей за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты определяется как сумма платежей за загрязнение:

• в размерах, не превышающих установленные нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ;

• в пределах установленных лимитов на сбросы загрязняющих веществ;

• за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды.

Согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» плата за негативное воздействие на гидросферу исчисляется лицами, обязанными вносить плату, самостоятельно путем умножения величины платежной базы по каждому загрязняющему веществу, включенному в перечень загрязняющих веществ на соответствующие ставки указанной платы с применением коэффициентов и суммирования полученных величин.

Платежной базой для исчисления платы за негативное воздействие на водные объекты является объем или масса сбросов загрязняющих веществ в отчетном периоде. Отчетным периодом в отношении внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду признается календарный год.

Ставки платы за негативное воздействие на гидросферу устанавливаются за сбросы загрязняющих веществ в отношении каждого вещества, включенного в перечень загрязняющих веществ.

Постановлением правительства РФ № 913 «О ставках платы за негатив-

ное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» от 13 сентября 2016 г. утверждены новые ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду на 2016, 2017, 2018 годы. В отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду применяются с использованием *дополнительного коэффициента 2*. Новые ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительный коэффициент к ним применяются при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду с 1 января 2016 г.

Из суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду вычитаются затраты на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, фактически произведенные лицами, обязанными вносить плату, в пределах исчисленной платы за негативное воздействие на окружающую среду.

С 1 января 2016 г. до 31 декабря 2019 г. при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду к ставкам указанной платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты применяются следующие коэффициенты:

- ✓ 1 – за объем или массу сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых сбросов;
- ✓ 5 – за объем или массу сбросов загрязняющих веществ в пределах временно разрешенных сбросов на период реализации плана мероприятий по охране окружающей среды или программы повышения экологической эффективности;
- ✓ 25 – за объем или массу сбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные разрешениями на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду.

В соответствии с постановлением правительства РФ от 03.03.2017 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, *не превышающих установленные природопользователю нормативы допустимых сбросов* $П_{НДвод}$, определяется следующим образом:

$$П_{НДвод} = \sum_{i=1}^{n} \cdot М_{НДiвод} \cdot Н_{ПЛiвод} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{НД} \cdot К_{П}, \qquad (6.1)$$

где i –загрязняющее вещество, $i = 1, 2, 3 \ldots n$;

$М_{НДiатм}$ – платежная база за сбросы i-го загрязняющего вещества, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как масса или объем сбросов загрязняющих веществ в количестве равном либо менее установленных нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ, т ($м^3$);

$Н_{ПЛiатм}$ – ставка платы за сброс i-го загрязняющего вещества, руб./т (руб./ $м^3$);

$К_{ОТ}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, равный 2;

$К_{НД}$ – коэффициент к ставкам платы за сброс i-го загрязняющего вещества

за объем или массу сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых сбросов, равный 1.

$К_П$ – коэффициент пересчета ставки платы по взвешенным веществам, определяемый как величина, обратная сумме допустимого увеличения содержания взвешенных веществ при сбросе сточных вод к фону водоема и фоновой концентрации взвешенных веществ в воде водного объекта, принятой при установлении нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ:

$$К_П = 1/(C_{доп} + C_ф), \quad (6.2)$$

где $C_{доп}$ – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ для водного объекта, мг/дм^3;

$C_ф$ – фоновая концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта, использованная при расчете предельно допустимого сброса, мг/дм^3.

Значение допустимого увеличения содержания взвешенных веществ $C_{доп}$ для водного объекта является нормируемым параметром и принимается равным:

• для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение 1 (первой) категории, а также для водных объектов, использующихся для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения – 0,25 мг/дм^3;

• для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение 2 (второй) категории, а также водных объектов, использующихся в черте населенных мест (за исключением использования для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения) – 0,75 мг/дм^3.

Плата за сброс загрязняющих веществ *в пределах установленных лимитов на сбросы* ($П_{ВРвод}$) рассчитывается следующим образом:

$$П_{ВРвод} = \sum_{i=1}^{n} М_{ВРiвод} \cdot Н_{ПЛiвод} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{ВР} \cdot К_П , \quad (6.3)$$

где $М_{ВРiвод}$ – платежная база за сброс *i*-го загрязняющего вещества, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как разница между массой или объемом сбросов загрязняющих веществ в количестве, равном либо менее лимитов на сбросы, и массой или объемом сбросов загрязняющих веществ в пределах установленных нормативов допустимых сбросов, т (м^3);

$К_{ВР}$ – коэффициент к ставкам платы за сброс *i*-го загрязняющего вещества за объем или массу сбросов загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов на сбросы на период реализации плана снижения сбросов, равный 5.

Плата за сброс загрязняющих веществ *при превышении сбросов загрязняющих веществ, установленных в разрешениях на сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду* $П_{СРвод}$ определяется по следующей формуле:

$$П_{СРвод} = \sum_{i=1}^{n} М_{СРiвод} \cdot Н_{ПЛiвод} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{СР} \cdot К_П, \quad (6.4)$$

где $М_{СРiвод}$ – платежная база за сброс *i*-го загрязняющего вещества, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как разница между массой или объемом сбросов загрязняющих веществ в количестве, превышающем установленные в соответствующих разрешениях сбросы загрязняющих

веществ, и массой или объемом лимитов на сбросы либо при их отсутствии нормативно допустимых сбросов загрязняющих веществ, т ($м^3$);

$К_{СР}$ – коэффициент к ставкам платы за выброс *i*-го загрязняющего вещества за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные разрешениями на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, равный 25.

В случае отсутствия в разрешении на сбросы загрязняющих веществ в водные объекты согласованных лимитов (ВСС) превышение фактического сброса загрязняющего вещества над утвержденным природопользователю значением норматива (НДС) считается сверхлимитным сбросом.

Сумма платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты ($П_{вод}$) определяется следующим образом:

$$П_{вод} = П_{НДвод} + П_{ВРвод} + П_{СРвод}. \quad (6.5)$$

Результаты расчета платы за сбросы загрязняющих веществ включаются в раздел 2 «Расчет суммы платы по объекту негативного воздействия за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты» (приложение В) декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду, предоставляемой администратору платы по месту учета объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду.

Варианты заданий для выполнения практической работы приведены в приложении Г.

Оформление отчета по практической работе

Отчет по практической работе должен содержать:

- исходные данные для расчета;
- расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
- результаты расчета платы за сбросы загрязняющих веществ в виде таблицы из приложения В;
- выводы по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7
ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Цель работы: знакомство с законом РФ «О недрах» от 21.02.1992 г.

Основным законодательным актом, регулирующим основы комплексного рационального использования и охраны недр является Закон РФ от 21.02.1992 г. № 2395-1 «О недрах».

Согласно закону «О недрах» *недра* являются частью земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии – ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения.

Закон «О недрах» состоит из 7 разделов и 52 статей.

В *разделе I* «Общие положения» приведены законодательные документы, регулирующие отношения в области использования и охраны недр. Раздел включает статьи об участках недр федерального значения, федеральном фонде резервных участков недр и участках недр местного значения.

Раздел II «Пользование недрами» включает статьи об участках недр, предоставляемых в пользование, об ограничении пользования недрами, о пользователях недр, сроках пользования участками недр, основаниях возникновения права пользования недрами, о лицензировании недропользования, правах и обязанностях пользователя недр.

Предоставление недр в пользование оформляется специальным государственным разрешением в виде лицензии, включающей установленной формы бланк с Государственным гербом РФ, а также текстовые, графические и иные приложения, являющиеся неотъемлемой составной частью лицензии и определяющие основные условия пользования недрами.

Выдача лицензий на пользование недрами осуществляется после проведения конкурса или аукциона на право пользования участками недр.

В *разделе III* «Рациональное использование и охрана недр» приведены требования по рациональному использованию и охране недр.

В *разделе IV* «Государственное регулирование отношений недропользования» обозначены задачи государственного регулирования отношений недропользования.

В *разделе V* «Платежи при пользовании недрами» рассмотрена система платежей при пользовании недрами.

При пользовании недрами уплачиваются следующие платежи:

1. Разовые платежи за пользование недрами при наступлении определенных событий, оговоренных в лицензии, включая разовые платежи, уплачиваемые при изменении границ участков недр, предоставленных в пользование;

2. Регулярные платежи за пользование недрами;

3. Сбор за участие в конкурсе (аукционе).

Кроме того, пользователи недр уплачивают другие налоги и сборы, установленные в соответствии с законодательством РФ о налогах и сборах.

Раздел VI регулирует ответственность за нарушение требований законодательства и порядок разрешения споров по вопросам пользования недрами. За нарушение законодательства в области недропользования устанавливается административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством РФ.

Согласно *разделу VII* «Международные договоры» в случае, если международным договором РФ установлены иные правила, чем предусмотренные законом РФ «О недрах», то применяются правила международного договора.

Оформление отчета по практической работе

После изучения закона РФ «О недрах» в отчете по практической работе следует привести ответы на следующие вопросы:

1. Что подразумевается под недрами согласно закону «О недрах»?

2. На основании какого документа недра предоставляются в пользование?

3. Для каких целей и на какой срок недра предоставляются в пользование?

4. Что входит в обязанности пользователя недр?

5. Сформулируйте основные требования по рациональному использованию и охране недр.

6. Что понимают под геологической информацией о недрах?

7. Что такое единый фонд геологической информации о недрах и каково его назначение?

8. Какова роль государственного надзора в области рационального недропользования и охраны недр?

9. Что такое государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых?

10. Какие платежи предусмотрены за пользование недрами?

11. Как, по Вашему мнению, должна быть организована деятельность горнопромышленного предприятия для соблюдения требований по рациональному использованию недр? Обоснуйте свой ответ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛАТЫ ЗА РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Цель работы: освоение методики расчета платы за размещение отходов производства и потребления.

В соответствии с ФЗ № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и ФЗ № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» при размещении отходов взимается плата за негативное воздействие на окружающую среду.

Отходы производства и потребления – вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с ФЗ «Об отходах производства и потребления».

В зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду отходы подразделяются на пять классов опасности:

I класс – чрезвычайно опасные отходы;

II класс – высокоопасные отходы;

III класс – умеренно опасные отходы;

IV класс – малоопасные отходы;

V класс – практически неопасные отходы.

Размещение отходов – это хранение и захоронение отходов. При этом *хранение отходов* – это складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения. *Захоронение отходов* – изоляция отходов, не подлежащих

дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду. В соответствии с требованиями действующего законодательства данный вид деятельности является лицензируемым.

Утилизация отходов – использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация).

Индивидуальные предприниматели и юридические лица, в процессе деятельности которых образуются отходы I -V классов опасности, обязаны осуществить отнесение соответствующих отходов к конкретному классу опасности для подтверждения такого отнесения в порядке, установленном уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти. На отходы I-IV классов опасности должен быть составлен и утвержден паспорт.

Внесение платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов (за исключением твердых коммунальных отходов) осуществляется индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, в процессе осуществления деятельности которых образуются отходы. Плательщиками платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении твердых коммунальных отходов являются операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами, региональные операторы, осуществляющие деятельность по их размещению.

Применительно к индивидуальным предпринимателям, юридическим лицам, в процессе деятельности которых образуются отходы, устанавливаются *нормативы образования отходов и лимиты* на их размещение. Лимиты на размещение отходов устанавливаются в соответствии с нормативами предельно допустимых воздействий на окружающую среду.

Класс опасности конкретного вида (наименования) отходов определяется по его коду в каталоге (ФККО), утвержденном приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18 июля 2014 г. № 445 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».

Код каждого вида отходов в ФККО имеет 11-значную структуру. Первые восемь знаков кода используются для кодирования происхождения отходов и их состава, девятый и десятый знаки – для кодирования агрегатного состояния и физической формы. Одиннадцатый знак показывает класс опасности отхода в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду: цифра «1» обозначает I класс опасности; «2» – II класс опасности и т.д. Если в одиннадцатом знаке кода стоит «0», то мы имеем дело с блоком, типом, подтипом, группой, подгруппой отходов.

Согласно ст. 16.3 ФЗ «Об охране окружающей среды» плата за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов производства и потребления исчисляется лицами, обязанными вносить плату, самостоятельно

путем умножения величины платежной базы по классу опасности отходов производства и потребления на соответствующие ставки указанной платы с применением коэффициентов и суммирования полученных величин.

Платежной базой для исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов производства и потребления является объем или масса размещенных в отчетном периоде отходов. Отчетным периодом в отношении внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду признается календарный год.

Ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливаются за размещение отходов производства и потребления по классу их опасности.

Постановлением правительства РФ № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» от 13 сентября 2016 г. утверждены новые ставки платы на 2016, 2017, 2018 годы. В отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду применяются с использованием *дополнительного коэффициента 2*. Новые ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительный коэффициент к ним применяются при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду с 1 января 2016 г.

Из суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду вычитаются затраты на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, фактически произведенные лицами, обязанными вносить плату, в пределах исчисленной платы за негативное воздействие на окружающую среду.

С 1 января 2016 г. до 31 декабря 2019 г. при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду к ставкам указанной платы за размещение отходов производства и потребления применяются следующие коэффициенты:

- ✓ 0 – за объем или массу отходов производства и потребления, подлежащих накоплению и использованных в собственном производстве в соответствии с технологическим регламентом либо переданных для использования в течение срока, предусмотренного законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами;
- ✓ 1 – за объем или массу размещенных отходов производства и потребления в пределах лимитов на их размещение, а также в соответствии с отчетностью об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами;
- ✓ 5 – за объем или массу отходов производства и потребления, размещенных с превышением установленных лимитов на их размещение, а также с превышением объема или массы отходов производства и потребления, указанных в отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и о разме-

щении отходов производства и потребления, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами.

В соответствии с постановлением правительства РФ от 03.03.2017 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» определение размера платы за размещение отходов *в пределах установленных природопользователю лимитов*, а также в соответствии с отчетностью об образовании, утилизации, обезвреживании и размещении отходов, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства согласно законодательству РФ в области обращения с отходами ($П_{Лотх}$) осуществляется следующим образом:

$$П_{Лотх} = \sum_{j=1}^{5} М_{Лjотх} \cdot Н_{ПЛjотх} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{Л} \cdot К_{СТ}\ , \qquad (8.1)$$

где *j* – класс опасности отходов (1–5);

$М_{Лjотх}$ – платежная база за размещение отходов *j*-го класса опасности, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как масса или объем размещенных отходов в количестве, равном или менее установленных лимитов на размещение отходов, т ($м^3$);

$Н_{ПЛjотх}$ – ставка платы за размещение отходов *j*-го класса опасности в соответствии с постановлением № 913, руб./т (руб./$м^3$);

$К_{ОТ}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, равный 2;

$К_{Л}$ – коэффициент к ставке платы за размещение отходов *j*-го класса опасности за объем или массу отходов производства и потребления, размещенных в пределах лимитов на их размещение, а также в соответствии с отчетностью об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами, равный 1;

$К_{СТ}$ – стимулирующий коэффициент к ставке платы за размещение отходов *j*-го класса опасности, принимаемый в соответствии с пунктом 6 ст. 16.3 ФЗ «Об охране окружающей среды».

Размер платы *за размещение отходов с превышением установленных лимитов на их размещение*, а также при выявлении превышения фактических значений размещенных отходов над указанными в отчетности об образовании, утилизации, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства в соответствии с законодательством РФ в области обращения с отходами ($П_{СЛотх}$), определяется по формуле:

$$П_{СЛотх} = \sum_{j=1}^{5} М_{СЛjотх} \cdot Н_{ПЛjотх} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{СТ} \cdot К_{СЛ}\ , \qquad (8.2)$$

где $М_{СЛjотх}$ – платежная база за размещение отходов *j*-го класса опасности, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как разница между массой или объемом размещенных отходов и массой или объемом установленных лимитов на их размещение, т ($м^3$);

$К_{СЛ}$ – коэффициент к ставке платы за размещение отходов *j*-го класса опасности за объем или массу отходов, размещенных с превышением установленных лимитов на их размещение, а также с превышением объема или массы отходов, указанных в отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и размещении отходов производства и потребления, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами, равный 5.

В целях стимулирования юридических и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и иную деятельность, к проведению мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов к ставкам такой платы применяются следующие коэффициенты $К_{ст}$:

- ✓ 0 – при размещении отходов V класса опасности добывающей промышленности посредством закладки искусственно созданных полостей в горных породах при рекультивации земель и почвенного покрова (в соответствии с разделом проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» и (или) техническим проектом разработки месторождения полезных ископаемых);
- ✓ 0,3 – при размещении отходов производства и потребления, которые образовались в собственном производстве, в пределах установленных лимитов на их размещение на объектах размещения отходов, принадлежащих юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю на праве собственности либо ином законном основании и оборудованных в соответствии с установленными требованиями;
- ✓ 0,5 – при размещении отходов IV, V классов опасности, которые образовались при утилизации ранее размещенных отходов перерабатывающей и добывающей промышленности;
- ✓ 0,67 – при размещении отходов III класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов II класса опасности;
- ✓ 0,49 – при размещении отходов IV класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов III класса опасности;
- ✓ 0,33 – при размещении отходов IV класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов II класса опасности.

Сумма платы за размещение отходов производства и потребления ($П_{отх}$):

$$П_{отх} = П_{Лотх} + П_{СЛотх}. \quad (8.3)$$

Результаты расчета платы за сбросы загрязняющих веществ включаются в раздел 3 «Расчет суммы платы при размещении отходов производства и потребления» (приложение Д) декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду, форма которой утверждена приказом от 9 января 2017 г. № 3 «Об утверждении порядка представления декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду и ее формы». Декларация предоставляется администратору платы по месту учета объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду.

Варианты заданий для выполнения практической работы приведены в приложении Е.

Оформление отчета по практической работе

Отчет по практической работе должен содержать:

- исходные данные для расчета;
- расчет платы за размещение отходов горного предприятия;
- результаты расчета платы за размещение отходов в виде таблицы из приложения Д;
- выводы по работе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ.

Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах».

Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86) (утв. Госкомгидрометом СССР 04.08.1986 № 192)

Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 июля 2014 г. № 445 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов».

Приказ от 9 января 2017 г. № 3 «Об утверждении порядка представления декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду и ее формы».

Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» (вместе с «Правилами исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду»).

ФЗ от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

Федеральный закон от 04 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».

ФЗ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

ФЗ от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Приложение А

Раздел 1. Расчет суммы платы по объекту негативного воздействия за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными объектами

Категория объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду _____

Наименование объекта _____

Код объекта _____

Адрес места нахождения объекта _____

Разрешение на выброс вредных (загрязняющих) веществ
в атмосферный воздух от_____ №_____ Срок действия_____

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Установлены, тонны		Фактический выброс загрязняющего вещества, всего тонн	в том числе:			Ставка платы, руб./тонну, (Нпл)	Коэффициент к ставке платы за выброс			Доп. коэф., Кот(ов)	Сумма платы (рублей) за			Сумма платы, всего рублей
		ПДВ, НДВ	ВСВ (лимит), ВРВ		ПДВ, НДВ	ВСВ (лимит), ВРВ	сверх ВСВ (лимита), ВРВ		в пределах ПДВ (Кнд)	в пределах ВСВ (Квр)	сверхлимит, Кср/Кпр		ПДВ, НДВ	ВСВ (лимит), ВРВ	сверх ВСВ (лимита), ВРВ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Стационарный источник _____№ ОКТМО стационарного источника															
Итого:		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Стационарный источник _____№ ОКТМО стационарного источника															
Итого:		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Итого по стационарным источникам		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Всего по всем стационарным источникам по тем загрязняющим веществам, по которым осуществляется корректировка размера платы,		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
в том числе		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Достоверность и полноту сведений, указанных на данной странице, подтверждаю:

Исполнитель _____ (подпись, ф. и. о.)

☐☐ ☐☐ ☐☐☐☐ цифрами: день, месяц, год

Приложение Б

Исходные данные для выполнения практической работы № 4

№ варианта	Загрязняющие вещества	ПДВ, т	ВСВ, т	Фактический выброс, т	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
1	Диоксид серы	57	-	53	нет	100
	Взвешенные вещества	23	30	32		
	Оксид углерода	220	-	215		
	Оксид азота	600	750	770		
	Сероуглерод	50	-	45		
2	Пыль неорганическая: 20-70 % диоксида кремния	6,5	7,5	7,8	да	-
	Диоксид серы	1,5	2,5	2,0		
	Оксид углерода	7,5	9,0	8,5		
	Оксид азота	0,4	-	0,2		
	Сероуглерод	2,0	-	1,5		
3	Диоксид серы	7,5	10,0	11,0	да	30
	Оксид углерода	2,2	-	3,5		
	Оксид азота	8,0	10,0	9,5		
	Медь	1,0	-	0,9		
	Свинец	1,0	-	0,7		
4	Оксид углерода	65,5	67,5	66,5	да	-
	Оксиды азота	42,6	45,0	46,5		
	Диметилбензол	2,12	-	2,14		
	Метилбензол	1,88	-	1,87		
	Бутилацетат	1,06	-	1,05		
5	Оксид углерода	65,5	67,5	67,0	нет	-
	Оксиды азота	42,6	-	44,5		
	Метилбензол	1,88	-	1,98		
	Бутилацетат	1,06	-	1,05		
	Этилацетат	1,23	-	1,23		
6	Серная кислота	0,5	-	0,8	да	-
	Диоксид азота	4,03	-	3,80		
	Оксид азота	0,65	0,85	0,80		
	Марганец и его соединения	0,024	-	0,03		
	Оксид углерода	8,6	-	4,5		

Приложение Б (продолжение)

№ варианта	Загрязняющие вещества	ПДВ, т	ВСВ, т	Фактический выброс, т	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
7	Серная кислота	0,5	0,6	0,65	да	-
	Диоксид азота	4,03	-	2,0		
	Аммиак	1,76	2,00	2,30		
	Марганец и его соединения	0,024	-	0,02		
	Фториды газообразные	0,3	-	0,5		
8	Бенз(а)пирен	0,0048	-	0,0050	да	50
	Хром	0,005	-	0,004		
	Диоксид азота	4,03	4,60	4,45		
	Аммиак	1,76	-	2,00		
	Пыль неорганическая: более 70 % диоксида кремния	0,20	-	0,15		
9	Бенз(а)пирен	0,0048	0,0051	0,0050	нет	-
	Хром	0,005	-	0,006		
	Диоксид азота	4,03	-	4,52		
	Аммиак	1,76	-	1,60		
	Пыль неорганическая: более 70 % диоксида кремния	0,20	-	0,17		
10	Марганец и его соединения	0,024	-	0,028	да	-
	Фториды твердые	0,085	-	0,08		
	Фториды газообразные	0,307	-	0,28		
	Диоксид азота	4,03	4,90	4,90		
	Диоксид серы	0,016	0,020	0,019		
11	Диоксид серы	57	-	54	нет	150
	Взвешенные вещества	23	33	34		
	Оксид углерода	220	-	215		
	Оксид азота	550	570	565		
	Сероуглерод	50	-	55		

Приложение Б (продолжение)

№ варианта	Загрязняющие вещества	ПДВ, т	ВСВ, т	Фактический выброс, т	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
12	Диоксид серы	55	-	57	да	200
	Взвешенные вещества	23	30	27		
	Оксид углерода	220	-	212		
	Оксид азота	600	750	720		
	Сероуглерод	50	-	44		
13	Пыль неорганическая: 20-70 % диоксида кремния	6,8	-	6,3	да	-
	Диоксид серы	2,0	2,5	3,0		
	Оксид углерода	7,5	9,0	9,4		
	Оксид азота	0,4	-	0,3		
	Сероуглерод	1,0	-	0,2		
14	Диоксид серы	7,5	10,0	10,5	нет	50
	Оксид углерода	2,5	-	2,5		
	Оксид азота	9,0	-	8,7		
	Медь	1,0	1,2	1,1		
	Свинец	1,0	-	1,1		
15	Оксид углерода	75,5	-	73,2	да	-
	Оксид азота	62,6	65,0	67		
	Диметилбензол	4,1	4,3	4,15		
	Метилбензол	4,0	-	4,8		
	Бутилацетат	3,1	-	3,05		
16	Оксид углерода	53	-	54	да	-
	Оксиды азота	42,6	-	41,5		
	Метилбензол	1,9	-	1,9		
	Бутилацетат	1,06	1,3	1,2		
	Этилацетат	1,23	-	1,4		

Приложение Б (окончание)

№ варианта	Загрязняющие вещества	ПДВ, т	ВСВ, т	Фактический выброс, т	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
17	Серная кислота	1,5	-	1,3	да	-
	Диоксид азота	6,1	-	6,4		
	Оксид азота	1,65	1,90	1,85		
	Марганец и его соединения	0,20	0,30	0,25		
	Оксид углерода	19,6	-	19,0		
18	Серная кислота	0,5	0,6	0,7	да	-
	Диоксид азота	4,03	-	3,3		
	Аммиак	1,76	2,00	1,9		
	Марганец и его соединения	0,024	-	0,026		
	Фториды газообразные	0,3	-	0,3		
19	Бенз(а)пирен	0,048	-	0,045	нет	150
	Хром	0,005	-	0,006		
	Диоксид азота	40,1	-	40,45		
	Аммиак	10,76	20,0	10,92		
	Пыль неорганическая: более 70 % диоксида кремния	2,0	-	1,5		
20	Марганец и его соединения	0,024	-	0,018	да	-
	Фториды твердые	0,085	-	0,090		
	Фториды газообразные	0,30	0,32	0,31		
	Диоксид азота	4,03	4,90	4,90		
	Диоксид серы	0,016	-	0,016		

Приложение В

Раздел 2. Расчет суммы платы по объекту негативного воздействия за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

Категория объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду _____

Наименование объекта _____

Код объекта _____

Адрес места нахождения объекта _____

Разрешение на сброс загрязняющих веществ
в водные объекты от_____ №_____ Срок действия_____

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Установлены, тонн		Фактический сброс загрязняющего вещества в водные объекты, тонн	в том числе:			Ставка платы, руб./т	Коэффициент к ставке платы за сброс			Коэфф. пересчета ставки платы по взвешенным веществам, (Кп)	Доп. коэф., Кот(ов)	Сумма платы (рублей) за:			Сумма платы, всего, руб.
		НДС	в пределах установленного ВСС (лимита), ВРС		НДС	ВСС (лимит), ВРС	сверх ВСС (лимита), ВРС		в пределах НДС, (Кнд)	в пределах ВСС (лимита), ВРС, (Квр)	сверх ВСС (лимита), ВРС, (Кср или Кпр)			НДС	в пределах ВСС (лимита), ВРС	сверх ВСС (лимита), ВРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Выпуск _____№					ОКТМО выпуска												
	Итого	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Выпуск _____№					ОКТМО выпуска												
	Итого	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Итого по всем выпускам																	
Всего по всем выпускам по тем загрязняющим веществам, по которым осуществляется корректировка размера платы,																	
в том числе																	

Достоверность и полноту сведений, указанных на данной странице, подтверждаю:

Исполнитель _____ ☐☐ ☐☐ ☐☐☐☐
(подпись, ф. и. о.) цифрами: день, месяц, год

Приложение Г

Исходные данные для выполнения практической работы № 6

№ варианта	Загрязняющие вещества	НДС, т	ВСС, т	Фактический сброс, т	$C_ф$, мг/л	Водный объект рыбохозяйственного значения	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
1	2	3	4	5	*6*	7	8	9
1	Взвешенные вещества	80	-	27	10	1-й категории	да	-
	Нефтепродукты	2	-	1				
	Сухой остаток	750	-	770				
	Нитриты	2		1,5				
	Фосфор	0,5	0,7	0,6				
2	Взвешенные вещества	100	120	125	11	2-й категории	нет	750
	Сухой остаток	1000	-	925				
	Нефтепродукты	50	57	55				
	Сульфаты	300	-	245				
	Железо	5	-	3				
3	Взвешенные вещества	120	-	100	12	1-й категории	да	50
	Сухой остаток	1100	-	950				
	Хлориды	88	92	91				
	Сульфаты	300	-	90				
	Фториды	1	-	2				
4	Взвешенные вещества	150	-	140	11	2-й категории	нет	100
	Сухой остаток	1500	-	1000				
	АСПАВ	2	3	2,5				
	Медь	0,08	-	0,1				
	Молибден	0,1	-	0,07				
5	Взвешенные вещества	100	110	107	10	2-й категории	нет	-
	АСПАВ	2	-	2				
	Цинк	0,1	0,15	0,17				
	Свинец	0,05	-	0,04				
	Сухой остаток	1500	-	1200				

№ варианта	Загрязняющие вещества	НДС, т	ВСС, т	Фактический сброс, т	$C_ф$, мг/л	Водный объект рыбохозяйственного значения	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
6	Взвешенные вещества	120	-	110	11	2-й категории	нет	150
	Сухой остаток	1400	-	1350				
	Циклогексанол	0,05	0,07	0,06				
	Цианид-анион	0,07	-	0,05				
	Кобальт	0,1	-	0,12				
7	Взвешенные вещества	150	-	155	11	1-й категории	нет	150
	Нефтепродукты	2	-	1,5				
	Сухой остаток	750	-	740				
	Нитриты	2	2,5	2,2				
	Фосфор	0,5	-	0,5				
8	Взвешенные вещества	80	-	75	10	1-й категории	нет	200
	Сухой остаток	900	-	915				
	Нефтепродукты	50	-	33				
	Сульфаты	200	250	245				
	Железо	5	-	3,3				
9	Взвешенные вещества	110	-	105	12	1-й категории	да	-
	Сухой остаток	1100	-	980				
	Хлориды	88	92	94				
	Сульфаты	300	-	120				
	Фториды	1	1,5	1,3				
10	Взвешенные вещества	130	-	137	12	2-й категории	нет	50
	Сухой остаток	1200	-	1000				
	АСПАВ	2	3	2,6				
	Медь	0,08	-	0,06				
	Молибден	0,1	-	0,08				
11	Взвешенные вещества	100	-	97	10	2-й категории	нет	-
	АСПАВ	2	2,5	2,7				
	Цинк	0,1	0,15	0,14				
	Свинец	0,05	-	0,04				
	Сухой остаток	1500	-	1270				

Приложение Г (продолжение)

№ варианта	Загрязняющие вещества	НДС, т	ВСС, т	Фактический сброс, т	$C_ф$, мг/л	Водный объект рыбохозяйственного значения	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
12	Взвешенные вещества	140	-	115	12	2-й категории	нет	50
	Сухой остаток	800	-	850				
	Циклогексанол	0,05	0,07	0,055				
	Цианид-анион	0,05	-	0,06				
	Кобальт	0,1	-	0,1				
13	Взвешенные вещества	135	-	125	12	1-й категории	да	-
	Нефтепродукты	1,5	-	1,2				
	Сухой остаток	960	1000	1100				
	Нитриты	1,3	1,7	1,4				
	Фосфор	0,5	-	0,4				
14	Взвешенные вещества	100	130	133	11	2-й категории	нет	500
	Сухой остаток	1000	-	945				
	Нефтепродукты	45	49	47				
	Сульфаты	250	280	275				
	Железо	5	-	3,7				
15	Взвешенные вещества	120	-	115	12	1-й категории	да	-
	Сухой остаток	1100	-	950				
	Хлориды	88	-	90				
	Сульфаты	220	-	80				
	Фториды	1,5	2,5	2,0				
16	Взвешенные вещества	180	-	174	12	2-й категории	нет	400
	Сухой остаток	1000	-	1050				
	АСПАВ	2,5	-	2				
	Медь	0,08	-	0,11				
	Молибден	0,1	0,14	0,12				
17	Взвешенные вещества	100	130	121	10	2-й категории	нет	-
	АСПАВ	1,5	-	2				
	Цинк	0,1	0,15	0,15				
	Свинец	0,05	-	0,03				
	Сухой остаток	1500	-	1230				

Приложение Г (продолжение)

№ варианта	Загрязняющие вещества	НДС, т	ВСС, т	Фактический сброс, т	$C_ф$, мг/л	Водный объект рыбохозяйственного значения	Особо охраняемый объект	Затраты на реализацию мероприятий по снижению НВОС, тыс. руб.
18	Взвешенные вещества	110	-	120	11	2-й категории	нет	90
	Сухой остаток	1400	-	1320				
	Циклогексанол	0,05	0,07	0,07				
	Цианид-анион	0,05	-	0,06				
	Кобальт	0,1	-	0,08				
19	Взвешенные вещества	150	-	145	11	1-й категории	нет	70
	Нефтепродукты	2	-	2,3				
	Сухой остаток	750	800	790				
	Нитриты	2	2,5	2,1				
	Фосфор	0,5	-	0,4				
20	Взвешенные вещества	80	-	85	10	2-й категории	нет	320
	Сухой остаток	900	-	887				
	Нефтепродукты	45	50	46				
	Сульфаты	200	250	255				
	Железо	5	-	4,3				

Раздел 3. Расчет суммы платы при размещении отходов производства и потребления

Категория объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду _____

Наименование объекта _____

Код объекта _____

Адрес места нахождения объекта _____

Документ об утверждении нормативов
образования отходов и лимитов на их размещение _____ № _____

Реквизиты отчетности об образовании, утилизации,
обезвреживании, о размещении отходов _____ № _____ _____

Наименование объекта размещения отходов _____

Регистрационный номер объекта размещения отходов _____
(в случае его присвоения)

Адрес места нахождения объекта размещения отходов _____

Характеристика объекта размещения отходов:

☐ Включен в государственный реестр объектов негативного воздействия

☐ Не включен в государственный реестр объектов негативного воздействия

☐ Не оказывает негативное воздействие на окружающую среду

Решение территориального органа Федеральной службы по надзору в сфере природопользования
об исключении негативного воздействия на окружающую среду _____

№ п/п	Наименование отхода	Код отходов в соответствии с ФККО	Класс опасности отходов в соответствии с ФККО	Установленный лимит на размещение отходов, тонн	Движение отходов, образованных в отчетном периоде, тонн						Размещено в отчетном периоде, переданных другим организациям в целях размещения, размещенных ТКО, тонн
					образовалось за отчетный период	утилизировано в отчетном периоде, в том числе передано в целях утилизации	обезврежено в отчетном периоде, в том числе передано в целях обезвреживания	фактически накоплено отходов предыдущего отчетного периода, не утилизированных в течение 11 месяцев, тонн	фактический остаток отходов на конец отчетного периода, срок накопления которых не превышает 11 месяцев	передано оператору/региональному оператору по обращению с твердыми коммунальными отходами	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Итого:			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Всего по тем классам опасности отходов, по которым осуществляется корректировка размера платы,			X	X	X	X	X	X	X	X	X
в том числе:											

Достоверность и полноту сведений, указанных на данной странице, подтверждаю:

Исполнитель _____ ☐☐ ☐☐ ☐☐☐☐
(подпись, ф.и.о.) цифрами: день, месяц, год

Приложение Д (окончание)

В том числе:		Ставка платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов (руб./т)	Коэффициент к ставке платы за отходы, накопленные и утилизированные или переданные для утилизации в течение 11 месяцев (Кисп)	Коэффициент к ставке платы за отходы, размещенные в пределах лимита (Кл)	Коэффициент к ставке платы за отходы, размещенные сверх лимита (Ксл)	Стимулирующий коэффициент (Код)	Стимулирующий коэффициент (Кпо)	Стимулирующий коэффициент (Кст)	Дополнительный коэффициент к ставке платы за размещение отходов (Кот)	Сумма платы: за размещение отходов (руб.)		Сумма платы за размещение отходов (руб.)
в пределах установленного лимита на размещение отходов	сверх установленного лимита на размещение отходов									в пределах установленного лимита	сверх установленного лимита	
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			

Приложение Е

Исходные данные для выполнения практической работы № 8

№ варианта	Наименование вида отходов	Класс опасности	Лимит, тыс. т	Образовалось в отчетный период, тыс. т	Утилизировано, тыс. т	Размещено в выработанное пространство, тыс. т	Особо охраняемый объект
1	Отходы добычи железных руд открытым способом	V	5	4	-	0,3	да
	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	20	23	2	-	
	Отходы (хвосты) сухой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	10	9	-	-	
2	Отходы обогащения медных руд	III	10,5	10,7	2	-	нет
	Скальные вскрышные породы	V	4	5	-	-	
	Отходы очистки вод из горных выработок	IV	0,5	0,3	-	-	
3	Скальные вскрышные породы	V	7	8,5	-	0,5	да
	Отходы (хвосты) обогащения апатит-нефелиновых руд	По ФККО	25	27	0,4	-	
	Отходы (осадки) очистки вод из горных выработок при добыче апатит-нефелиновых руд	По ФККО	5	4	-	-	
4	Скальные вскрышные породы	IV	2	3	-	-	нет
	Отходы добычи и обогащения сурьмяно-ртутных руд	III	8,3	7,0	1,0	-	
	Отходы очистки вод из горных выработок	III	2,0	1,3	-	-	
5	Отходы обогащения угольного сырья флотационным методом	IV	18	12,1	-	-	нет
	Отходы очистки оборотной воды при обогащении угольного сырья	IV	0,5	0,3	-	-	
	Отходы добычи антрацита, коксующегося, бурого и других видов угля подземным способом	IV	6	4,5	0,6	-	
6	Отходы добычи железных руд открытым способом	V	5	7	-	1,0	нет
	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	20	18	-	-	
	Отходы (хвосты) сухой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	10	8	-	-	
7	Отходы обогащения медных руд	IV	13	9,8	1,2	-	нет
	Скальные вскрышные породы	V	7	4,5	-	-	
	Отходы очистки вод из горных выработок	IV	0,5	0,6	-	-	
8	Скальные вскрышные породы	V	7	6	-	-	да
	Отходы (хвосты) обогащения апатит-нефелиновых руд	По ФККО	25	24	1,1	-	
	Отходы (осадки) очистки вод из горных выработок при добыче апатит-нефелиновых руд	По ФККО	5	6	-	0,4	

Приложение Е (продолжение)

№ варианта	Наименование вида отходов	Класс опасности	Лимит, тыс. т	Образовалось в отчетный период, тыс. т	Утилизировано, тыс. т	Размещено в выработанное пространство, тыс. т	Особо охраняемый объект
9	Скальные вскрышные породы	IV	6,0	4,3	-	-	нет
	Отходы добычи и обогащения сурьмяно-ртутных руд	III	10,0	8,7	0,8	-	
	Отходы очистки вод из горных выработок	IV	0,7	0,75	-	-	
10	Отходы обогащения угольного сырья флотационным методом	IV	10,0	9,2	1,3	-	нет
	Отходы очистки оборотной воды при обогащении угольного сырья	IV	0,8	0,9	-	-	
	Отходы добычи антрацита, коксующегося, бурого и других видов угля подземным способом	IV	7	4	-	-	
11	Отходы добычи железных руд открытым способом	V	5	4	-	1	да
	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	20	24	2	-	
	Отходы (хвосты) сухой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	10	12	-	-	
12	Отходы обогащения медных руд	III	8,6	5,3	0,5	-	нет
	Скальные вскрышные породы	V	4	2,5	-	1,0	
	Отходы очистки вод из горных выработок	IV	0,5	0,7	-	-	
13	Скальные вскрышные породы	V	7	4	-	-	да
	Отходы (хвосты) обогащения апатит-нефелиновых руд	По ФККО	25	23	-	2,3	
	Отходы (осадки) очистки вод из горных выработок при добыче апатит-нефелиновых руд	По ФККО	5	6	-	-	
14	Скальные вскрышные породы	IV	2	1,6	-	-	нет
	Отходы добычи и обогащения сурьмяно-ртутных руд	III	5,5	5,9	0,2	-	
	Отходы очистки вод из горных выработок	IV	0,5	0,3	-	-	
15	Отходы обогащения угольного сырья флотационным методом	IV	15,0	12,5	0,9	-	нет
	Отходы очистки оборотной воды при обогащении угольного сырья	IV	0,5	0,8	-	-	
	Отходы добычи антрацита, коксующегося, бурого и других видов угля подземным способом	IV	7,0	4,3	-	-	
16	Отходы добычи железных руд открытым способом	V	8	8	-	-	нет
	Отходы (хвосты) мокрой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	20	23	-	1,1	
	Отходы (хвосты) сухой магнитной сепарации железных руд	По ФККО	12	9	-	0,5	

Приложение Е (окончание)

№ варианта	Наименование вида отходов	Класс опасности	Лимит, тыс. т	Образовалось в отчетный период, тыс. т	Утилизировано, тыс. т	Размещено в выработанное пространство, тыс. т	Особо охраняемый объект
17	Отходы обогащения медных руд	III	11,0	8,9	0,4	-	нет
	Скальные вскрышные породы	V	5,7	6,7	-	0,5	
	Отходы очистки вод из горных выработок	IV	0,6	0,5	-	-	
18	Скальные вскрышные породы	V	10	8	-	0,6	да
	Отходы (хвосты) обогащения апатит-нефелиновых руд	По ФККО	25	24	-	1,1	
	Отходы (осадки) очистки вод из горных выработок при добыче апатит-нефелиновых руд	По ФККО	5	5,5	-	-	
19	Скальные вскрышные породы	IV	2,5	3,7	-	-	нет
	Отходы добычи и обогащения сурьмяно-ртутных руд	III	8,0	8,7	0,7	-	
	Отходы очистки вод из горных выработок	IV	0,6	0,6	-	-	
20	Отходы обогащения угольного сырья флотационным методом	IV	10,0	10,9	0,46	-	нет
	Отходы очистки оборотной воды при обогащении угольного сырья	IV	3,0	1,5	-	-	
	Отходы добычи антрацита, коксующегося, бурого и других видов угля подземным способом	IV	8,0	8,0	-	-	

Учебное издание

Екатерина Александровна Бекчурина

ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Практикум
для студентов специализаций
«Обогащение полезных ископаемых» (ОПИ),
«Горные машины и оборудование» (ГМО),
«Электрификация и автоматизация горного производства» (ЭГП)
направления 21.05.04 – «Горное дело»

Корректура кафедры обогащения полезных ископаемых

Компьютерная вёрстка *Е. А. Бекчурина*

Подписано в печать __.__.2017 г.
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе
Печ. л. 2,9. Уч.-изд. л. 2,6. Тираж 100 экз. Заказ № 44

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор УГГУ
по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.Б.1.33 ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация № 6
Обогащение полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Бекчурина Е. А., доц., к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Обогащения полезных ископаемых	горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Козин В. З.	Барановский В. П.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 17.04.2019	Протокол № 7 от 19.04.2019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
- оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.35 ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

Профиль
Горные машины и оборудование

квалификация выпускника: **специалист**

форма обучения: **очная**, **заочная**

Авторы: Бачинин И.В. к.п.н, Старостин А.Н., к. ист. н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Теологии	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Бачинин И.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 09.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Содержание

Методические указания по освоению дисциплины 3
Освоение лекционного курса 3
Самостоятельное изучение тем курса....3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям....6
Подготовка к тестированию 8
Подготовка к промежуточной аттестации 9

Методические указания по освоению дисциплины

Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных

преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать); Таким образом, чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студенты с этой целью заводят специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

- Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

- Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

- Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

- Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

- Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять

план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

Подготовка к практическим (семинарским) занятиям

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Практическое (семинарское) занятие — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

1. Россия: географические факторы и природные богатства.

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Анализ предпосылок и факторов становления российской государственности (исторических, социально-экономических, географических).	УК-5
2.	Природные ресурсы и национальные богатства России.	
3.	Культуры этносов России и их основные достижения.	
4.	Религии этносов России.	

2. Многообразие российских регионов

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Российская Федерация: основные этапы становления современного государственного устройства.	УК-5
2.	Географическое, политическое, социально-экономическое, многообразие российских регионов.	
3.	Свердловская область: природно-экономический потенциал.	
4.	История родного города на примере города Екатеринбурга – столицы Татарстана.	

Результатом обсуждения проблемы на практическом (семинарском) занятии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие его всегда пролонгировано,

что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по обсуждаемой теме.

Незадолго до проведения практического (семинарского) занятия преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

Подготовка к тестированию

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Основы российской государственности» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-5.

Образец тестового задания

1. Ключевую роль в формировании мировоззрения играют:
- мысли
- эмоции
- ценности
-все перечисленное

2. Какое место в мире по площади занимает Россия:
- первое

- второе
- третье
- пятое

3. К преимуществам географического положения России относят:
- межграничное положение между Европой и Азией
- большая протяженность транспортных магистралей
- сложность управления страной
+ выход к большому количеству морей и двум океанам

4. С каким государством у России самая большая сухопутная граница:
- Казахстан
- Белоруссия
- Китай
- Монголия

5. Первое летописное упоминание о Москве связано с именем князя:
- Ярослава Мудрого
- Владимира Мономаха
- Александра Невского
- Юрия Долгорукого

Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Основы российской государственности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы российской государственности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью

построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Управление персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т. А.	Осипов П.А.
(Фамилия И. О.)	*(Фамилия И. О.)*
Протокол № 1от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..…3

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ…….……..….6

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…8

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……..12

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……...……...….13

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……...…..28

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям и др.).

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Технологии интеллектуального труда*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Технологии интеллектуального труда*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки, подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий);

- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Особенности информационных технологий для людей с ограниченными возможностями.

Информационные технологии
Универсальный дизайн
Адаптивные технологии

Тема 2. Тифлотехнические средства/ Сурдотехнические средства/ Адаптивная компьютерная техника (Материал изучается по подгруппам в зависимости от вида ограничений здоровья обучающихся)

Брайлевский дисплей
Брайлевский принтер
Телевизионное увеличивающее устройство
Читающая машина
Экранные лупы
Синтезаторы речи
Ассистивные тифлотехнические средства
Ассистивные сурдотехнические средства
Адаптированная компьютерная техника
Ассистивные технические средства

Тема 3. Дистанционные образовательные технологии

Дистанционные образовательные технологии
Иинформационные объекты

Тема 4. Интеллектуальный труд и его значение в жизни общества

Система образования
Образовательная среда вуза
Интеллектуальный труд
Интеллектуальный ресурс
Интеллектуальный продукт

Тема 5. Развитие интеллекта – основа эффективной познавательной деятельности

Личностный компонент
Мотивационно-потребностный компонент
Интеллектуальный компонент
Организационно-деятельностный компонент
Гигиенический компонент
Эстетический компонент
Общеучебные умения

Саморегуляция

Тема 6. Самообразование и самостоятельная работа студента – ведущая форма умственного труда.

Самообразование
Самостоятельная работа студентов
Технологии интеллектуальной работы
Технологии групповых обсуждений

Тема 7. Технологии работы с информацией студентов с ОВЗ и инвалидов

Традиционные источники информации
Технологии работы с текстами
Технологии поиска, фиксирования, переработки информации
Справочно-поисковый аппарат книги
Техника быстрого чтения
Реферирование
Редактирование
Технология конспектирования
Методы и приемы скоростного конспектирования

Тема 8. Организация научно-исследовательской работы

Доклад
Реферат
Курсовая работа
Выпускная квалификационная работа
Техника подготовки работы
Методика работы над содержанием Презентация

Тема 9. Тайм-менеджмент

Время
Планирования времени
Приемы оптимизации распределения времени

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики– это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным;

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением,

содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении

конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование –наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. В соответствии с опросником «Саморегуляция» (ОС) (модификация методики А.К. Осницкого) оцените свои качества, возможности, отношение к деятельности в протоколе (132 высказывания) по 4-х бальной шкале: 4 балла – да; 3 балла – пожалуй да; 2 балла – пожалуй нет; 1 балл – нет.

Текст опросника

1. Способен за дело приниматься без напоминаний.
2. Планирует, организует свои дела и работу.
3. Умеет выполнить порученное задание.
4. Хорошо анализирует условия.
5. Учитывает возможные трудности.
6. Умеет отделять главное от второстепенного.
7. Чаще всего избирает верный путь решения задачи.
8. Правильно планирует свои занятия и работу.
9. Пытается решить задачи разными способами.
10. Сам справляется с возникающими трудностями.
11. Редко ошибается, умеет оценить правильность действий.
12. Быстро обнаруживает свои ошибки.
13. Быстро находит новый способ решения.
14. Быстро исправляет ошибки.
15. Не повторяет ранее сделанных ошибок.
16. Продумывает свои дела и поступки.
17. Хорошо справляется и с трудными заданиям.
18. Справляется с заданиями без посторонней помощи.
19. Любит порядок.
20. Заранее знает, что будет делать.
21. Аккуратен и последователен.
22. Продумывает, все до мелочей.
23. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.
24. Старателен, хотя часто не выполняет заданий.
25. Долго готовится, прежде чем приступить к делу.
26. Избегает риска.
27. Сначала обдумывает, потом делает.
28. Решения принимает без колебаний.
29. Уверенный в себе.
30. Действует решительно, настойчив.
31. Предприимчивый, решительный.
32. Активный.
33. Ведущий.
34. Реализует почти все, что планирует.
35. Начатое дело доводит до конца.

36. Предпочитает действовать, а не обсуждать.
37. Обдумывает свои дела и поступки.
38. Анализирует свои ошибки и неудачи.
39. Планирует дела, рассчитывает свои силы.
40. Прислушивается к замечаниям.
41. Редко повторяет одну и ту же ошибку.
42. Знает о своих недостатках.
43. Сделает задание на совесть.
44. Как всегда сделает на отлично.
45. Для него важно качество, а не отметка.
46. Всегда проверяет правильность работы.
47. Старается довести дело до конца.
48. Стирается добиться лучших результатов.
49. Действует самостоятельно, мало советуясь с другими.
50. Предпочитает справляться с трудностями сам.
51. Может принять не зависимое от других решение.
52. Любит перемену в занятиях.
53. Легко переключается с одной работы на другую.
54. Хорошо ориентируется в новых условиях.
55. Аккуратен.
56. Внимателен.
57. Усидчив.
58. С неудачами и ошибками обычно справляется.
59. Неудачи активизируют его.
60. Старается разобраться в причинах неудач.
61. Умеет мобилизовать усилия.
62. Взвешивает все «за» и «против».
63. Старается придерживаться правил.
64. Всегда считается с мнением других.
65. Его нетрудно убедить в чем-то.
66. Прислушивается к замечаниям.
67. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело.
68. Не планирует, мало организует свои дела, и работу.
69. Не выполняет заданий оттого, что отвлекается.
70. Условия анализирует плохо.
71. Не учитывает возможных трудностей.
72. Не умеет отделять главное от второстепенного.
73. Пути решения выбирает не лучшие.
74. Не умеет планировать работу и занятия.
75. Не пытается решать задачи разными способами.
76. Не может справиться с трудностями без помощи других.
77. Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет.
78. С трудом находит ошибки в своей работе.
79. С трудом находит новые способы решения.

80. С большим трудом и долго исправляет ошибки.
81. Повторяет одни и те же ошибки.
82. Часто поступает необдуманно, импульсивно.
83. С трудными заданиями справляется плохо.
84. Не справляется с заданием без напоминаний и помощи.
85. Не любит порядок.
86. Часто не знает заранее, что ему предстоит делать.
87. Непоследователен и неаккуратен.
88. Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением.
89. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
90. Не очень старателен, но задания выполняет.
91. Приступает к делу без подготовки.
92. Часто рискует, ищет приключений.
93. Сначала сделает, лотом подумает.
94. Решения принимает после раздумий и колебаний.
95. Часто сомневается в своих силах.
96. Нерешителен, небольшие помехи уже останавливают его.
97. Нерешительный.
98. Вялый, безучастный.
99. Ведомый.
100. Задумывает много, а делает мало.
101. Редко, когда начатое дело доводит до конца.
102. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
103. Действует без раздумий, «с ходу».
104. Не анализирует ошибок.
105. Не планирует почти ничего, не рассчитывает своих сил.
106. Не прислушивается к замечаниям.
107. Часто повторяет одну и ту же ошибку.
108. Не хочет знать и исправлять свои недостатки.
109. Сделает «спустя рукава».
110. Сделает как получится.
111. Сделает из-за угрозы получения плохой оценки.
112. Не проверяет правильность результатов своих действий.
113. Часто бросает работу, не доделав ее.
114. Результат неважен – лишь бы поскорее закончить работу.
115. О его трудностях и делах знают почти все.
116. Всегда надеется на друзей, на их помощь.
117. Действует по принципу: как все, так и я!
118. Любит однообразные занятия.
119. С трудом переключается с одной работы на другую.
120. Плохо ориентируется в новых условиях.
121. Неаккуратен.
122. Невнимателен.
123. Неусидчив.

124. Ошибку может исправить, если его успокоить.
125. Неудачи быстро сбивают с толку.
126. Равнодушен к причинам неудач.
127. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
128. Поступает необдуманно, импульсивно.
129. Не придерживается правил.
130. Не считается с мнением окружающих.
131. Его трудно убедить в чем-либо.
132. Не прислушивается к замечаниям.

Ключ для обработки и интерпретации данных

В тесте оценивается 132 характеристики саморегуляции. Они разбиты на тройки.

Всего 22 пары противоположных характеристик.

1. Целеполагание - 23. Неустойчивость целей.
2. Моделирование условий - 24. Отсутствие анализа условий.
3. Программирование действий - 25. Спонтанность действий.
4. Оценивание результатов - 26. Ошибки в работе.
5. Коррекции результатов и способ» действий - 27. Повторные ошибки.
6. Обеспеченность регуляции в целом - 28. Импульсивность.
7. Упорядоченность деятельности - 29. Непоследовательность, неаккуратность.
8. Детализация регуляции действий - 30. Поверхностность.
9. Осторожность в действиях - 31. Необдуманность, рискованность.
10. Уверенность в действиях - 32. Неуверенность в своих силах.
11. Инициативность в действиях - 33. Нерешительность.
12. Практическая реализуемость намерений - 34. Незавершенность дел.
13. Осознанность действий - 35. Действия наобум.
14. Критичность в делах и поступках -36. Равнодушие к недостаткам.
15. Ориентированность на оценочный балл -37. Попустительство.
16. Ответственность в делах и поступках - 38. Безответственность в делах.
17. Автономность - 39. Зависимость в действиях.
18. Гибкость, пластичность в действиях - 40. Инертность в работе.
19. Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий - 41. «Плохиш».
20. Практичность, устойчивость в регуляции действий - 42. Равнодушие к ошибкам, неудачам.
21. Оптимальность (адекватность) регуляции усилий - 43. Отсутствие последовательности.
22. Податливость воспитательным воздействиям - 44. Самодостаточность.

Необходимо найти сумму в каждой из троек характеристик и сопоставить ее с их противоположностью.

4-6 баллов - слабое проявление характеристики.

7-9 баллов - ситуативное проявление.

10-12 баллов - выраженность характеристики.

Бланк для ответов

ФИ_____

Пол_____ Возраст (дата рождения)_____ Гр._____ Дата_____ № ___

Шкала ответов

4 – да; 3 – пожалуй да; 2 – пожалуй нет; 1 – нет.

№			S		№		S
1	1			23	67		
	2				68		
	3				69		
2	4			24	70		
	5				71		
	6				72		
3	7			25	73		
	8				74		
	9				75		
4	10			26	76		
	11				77		
	12				78		
5	13			27	79		
	14				80		
	15				81		
6	16			28	82		
	17				83		
	18				84		
7	19			29	85		
	20				86		
	21				87		
8	22			30	88		
	23				89		
	24				90		
9	25			31	91		
	26				92		

	27				93	
10	28			32	94	
	29				95	
	30				96	
11	31			33	97	
	32				98	
	33				99	
12	34			34	100	
	35				101	
	36				102	
13	37			35	103	
	38				104	
	39				105	
14	40			36	106	
	41				107	
	42				108	
15	43			37	109	
	44				ПО	
	45				111	
16	46			38	112	
	47				113	
	48				114	
17	49			39	115	
	50				116	
	51				117	
18	52			40	118	
	53				119	
	54				120	
19	55			41	121	
	56				122	
	57				123	
20	58			42	124	
	59				125	

	60				126	
21	61			43	127	
	62				128	
	63				129	
22	64			44	130	
	65				131	
	66				132	

Качественные характеристики саморегуляции

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
1	Целеполагание	За дело приниматься без напоминаний, планирует, организует свои дела и работу. Задания и поручения выполняет.	23	Неустойчивость целей	Не планирует, мало организует свою работу. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело. Отвлекается.
2	Моделирование условий	Анализирует условия предстоящей деятельности, возможные трудности. Выделяет главное.	24	Отсутствие анализа условий	Не умеет отделять главное от второстепенного. Не предвидит ход дел, возможные трудности.
3	Программирование действий	Правильно планирует свои занятия и работу, избирает верный путь решения задачи.	25	Спонтанность действий	Не умеет планировать работу в занятия, затрудняется в выборе путей решения задач.
4	Оценивание результатов	Редко ошибается, умеет оценить правильность действий. Быстро обнаруживает свои ошибки.	26	Ошибки в работе	Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет. Не находит ошибок в своей работе.
5	Коррекция результатов и способов действий	Быстро находит новый способ решения. Быстро исправляет ошибки.	27	Повторные ошибки	С трудом находит новые способы решения. Повторяет одни и те же ошибки.
6	Обеспеченность регуляции в целом	Продумывает свои дела и поступки. Справляется с заданиями без по-	28	Импульсивность	Часто поступает необдуманно, импульсивно. С трудными заданиями справляет-

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		сторонней помощи.			ся плохо.
7	Упорядоченность деятельности	Любит порядок. Аккуратен и последователен.	29	Непоследовательность	Часто не знает заранее, что ему предстоит делать, непоследователен и неаккуратен.
8	Детализация регуляции действий	Продумывает, все до мелочей. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.	30	Поверхностность	Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
9	Осторожность в действиях	Долго обдумывает и готовится, прежде чем приступить к делу. Избегает риска.	31	Необдуманность, рискованность	Приступает к делу без подготовки. Сначала сделает, лотом подумает.
10	Уверенность в действиях	Уверенный в себе. Решения принимает без колебаний. Решителен. Настойчив.	32	Неуверенность в своих силах	Решения принимает после колебаний. Сомневается в своих силах. Нерешителен.
11	Инициативен в действиях.	Предприимчивый, решительный. Активный. Ведущий.	33	Нерешительность	Нерешительный. Вялый, безучастный. Ведомый.
12	Практическая реализуемость намерений	Реализует почти все, что планирует. Начатое дело доводит до конца.	34	Незавершенность дел	Редко, когда начатое дело доводит до конца. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
13	Осознанность действий	Обдумывает, планирует свои дела и поступки. Анализирует свои ошибки и неудачи.	35	Действия наобум	Действует без раздумий, «с ходу», не рассчитывает своих сил.
14	Критичность в делах и поступках	Знает о своих недостатках. Редко повторяет ошибки. Прислушивается к замечани-	36	Равнодушие к недостаткам	Часто повторяет одну и ту же ошибку. Не хочет знать и исправлять свои недос-

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции		№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		ям.				татки.
15	Ориентированность на оценочный балл	Сделает задание на совесть. Для него важно качество, а не отметка.		37	Попустительство	Делает все «спустя рукава», как получится. Делает из-за угрозы плохой оценки.
16	Ответственность в делах и поступках	Гарантирует доведение дел до конца. Всегда проверяет правильность работы.		38	Безответственность в делах	Не проверяет результатов своих действий. Часто бросает работу, не доделав до конца.
17	Автономность	Действует и принимает самостоятельные решения. Предпочитает сам справляться с трудностями.		39	Зависимость в действиях	Всегда надеется на друзей, на их помощь.
18	Гибкость, пластичность в действиях	Легко переключается с одной работы на другую. Хорошо ориентируется в новых условиях.		40	Инертность в работе	Любит однообразные занятия. С трудом переключается с одной работы на другую.
19	Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий	Аккуратен. Внимателен. Усидчив.		41	«Плохиш»	Неаккуратен. Невнимателен. Неусидчив.
20	Практичность, устойчивость в регуляции действий	Справляется с неудачами и ошибками. Неудачи активизируют его. Старается разобраться в их причинах.		42	Равнодушие к ошибкам, неудачам	Неудачи быстро сбивают с толку. Равнодушен к их причинам.
21	Оптимальность (адекватность) регуляции усилий	Взвешивает все «за» и «против». Умеет мобилизовать усилия.		43	Отсутствие последовательности	Поступает необдуманно. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
22	Податливость воспитательным воздействиям	Всегда считается с мнением других. Прислушивается к замечаниям.		44	Самодостаточность	Не считается с мнением окружающих. Не прислушивается к замечаниям.

Задание: На основе самодиагностики саморегуляции сформулируйте рекомендации по саморегуляции.

2. Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

Методические указания

АННОТАЦИЯ (от лат. annotatio - замечание, пометка) – это краткая характеристика статьи, рукописи, книги, в которой обозначены тема, проблематика и назначение издания, а также содержатся сведения об авторе и элементы оценки книги.

Перед текстом аннотации даются выходные данные (автор, название, место и время издания). Эти данные можно включить в первую часть аннотации.

Аннотация обычно состоит из двух частей. В первой части формулируется основная тема книги, статьи; во второй части перечисляются (называются) основные положения. Говоря схематично, аннотация на книгу (прежде всего научную или учебную) отвечает на вопросы о чем? из каких частей? как? для кого? Это ее основные, стандартные смысловые элементы. Каждый из них имеет свои языковые средства выражения.

Аннотация на книгу помещается на оборотной стороне ее титульного листа и служит (наряду с ее названием и оглавлением) источником информации о содержании работы. Познакомившись с аннотацией, читатель решает, насколько книга может быть ему нужна. Кроме того, умение аннотировать прочитанную литературу помогает овладению навыками реферирования.

Языковые стереотипы, с помощью которых оформляется каждая смысловая часть аннотации:

1. Характеристика содержания текста:

В статье (книге) рассматривается…; Статья посвящена…; В статье даются…; Автор останавливается на следующих вопросах…; Автор затрагивает проблемы…; Цель автора – объяснить (раскрыть)…; Автор ставит своей целью проанализировать…;

2. Композиция работы:

Книга состоит из … глав (частей)…; Статья делится на … части; В книге выделяются … главы.

3. Назначение текста:

Статья предназначена (для кого; рекомендуется кому)…; Сборник рассчитан…; Предназначается широкому кругу читателей…; Для студентов, аспирантов…; Книга заинтересует…

РЕФЕРАТ (от лат.referre- докладывать, сообщать) – это композиционно организованное, обобщенное изложение содержания источника информации (статьи, ряда статей, монографии и др.). Реферат отвечает на вопрос: «Какая информация содержится в первоисточнике, что излагается в нем?»

Реферат состоит из трех частей: общая характеристика текста (выходные данные, формулировка темы); описание основного содержания; выводы референта. Изложение одной работы обычно содержит указание на тему и композицию реферируемой работы, перечень ее основных положений с приведением аргументации, реже - описание методики и проведение эксперимента, результатов и выводов исследования. Такой реферат называется про-

стым информационным. Студенты в российских вузах пишут рефераты обычно на определенные темы. Для написания таких тематических рефератов может быть необходимо привлечение более чем одного источника, по крайней мере двух научных работ. В этом случае реферат является не только информационным, но и обзорным.

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление текста, аналитико-синтетичесокое преобразование информации и создание нового текста. Реферат не должен превращаться в «ползанье» по тексту. Цель реферирования – создать «текст о тексте». Реферат – это не конспект, разбавленный «скрепами» типа *далее автор отмечает…* Обильное цитирование превращает реферат в конспект. При чтении научного труда важно понять его построение, выделить смысловые части (они будут основой для плана), обратить внимание на типичные языковые средства (словосочетания, вводные конструкции), характерные для каждой части. В реферате должны быть раскрыты проблемы и основные положения работы, приведены доказательства этих положений и указаны выводы, к которым пришел автор. Реферат может содержать оценочные элементы, например: *нельзя не согласиться, автор удачно иллюстрирует* и др. Обратите внимание, что в аннотации проблемы научного труда лишь обозначаются, а в реферате - раскрываются.

Список конструкций для реферативного изложения**:**

Предлагаемая вниманию читателей статья (книга, монография) представляет собой детальное (общее) изложение вопросов…; Рассматриваемая статья посвящена теме (проблеме, вопросу…);

Актуальность рассматриваемой проблемы, по словам автора, определяется тем, что…; Тема статьи (вопросы, рассматриваемые в статье) представляет большой интерес…; В начале статьи автор дает обоснование актуальности темы (проблемы, вопроса, идеи); Затем дается характеристика целей и задач исследования (статьи);

Рассматриваемая статья состоит из двух (трех) частей…; Автор дает определение (сравнительную характеристику, обзор, анализ)…; Затем автор останавливается на таких проблемах, как…; Автор подробно останавливается на истории возникновения (зарождения, появления, становления)…; Автор подробно (кратко) описывает (классифицирует, характеризует) факты…; Автор доказывает справедливость (опровергает что-либо)…; Автор приводит доказательства справедливости своей точки зрения…; В статье дается обобщение…, приводятся хорошо аргументированные доказательства…;

В заключение автор говорит о том, что…; Несомненный интерес представляют выводы автора о том, что…; Наиболее важными из выводов автора представляются следующие…; Изложенные (рассмотренные) в статье вопросы (проблемы) представляют интерес не только для…, но и для…

КОНСПЕКТИРОВАНИЕ – письменная фиксация основных положений читаемого или воспринимаемого на слух текста. При конспектировании происходит свертывание, компрессия первичного текста.

КОНСПЕКТ- это краткое, но связное и последовательное изложение значимого содержания статьи, лекции, главы книги, учебника, брошюры. Запись-конспект позволяет восстановить, развернуть с необходимой полнотой исходную информацию, поэтому при конспектировании надо отбирать новый и важный материал и выстраивать его в соответствии с логикой изложения. В конспект заносят основные (существенные) положения, а также фактический материал (цифры, цитаты, примеры). В конспекте последующая мысль должна вытекать из предыдущей (как в плане и в тезисах). Части конспекта должны быть связаны внутренней логикой, поэтому важно отразить в конспекте главную мысль каждого абзаца. Содержание абзаца (главная мысль) может быть передано словами автора статьи (возможно сокращение высказывания) или может быть изложено своими словами более обобщенно. При конспектировании пользуются и тем и другим приемом, но важно передать самые главные положения автора без малейшего искажения смысла.

Различают несколько видов конспектов в зависимости от степени свернутости первичного текста, от формы представления основной информации:

1. конспект-план;
2. конспект-схема;
3. текстуальный конспект.

Подготовка конспекта включает следующие этапы:

1. Вся информация, относящаяся к одной теме, собирается в один блок – так выделяются смысловые части.
2. В каждой смысловой части формулируется тема в опоре на ключевые слова и фразы.
3. В каждой части выделяется главная и дополнительная по отношению к теме информация.
4. Главная информация фиксируется в конспекте в разных формах: в виде тезисов (кратко сформулированных основных положений статьи, доклада), выписок (текстуальный конспект), в виде вопросов, выявляющих суть проблемы, в виде назывных предложений (конспект-план и конспект-схема).
5. Дополнительная информация приводится при необходимости.

РЕЦЕНЗИЯ - это письменный критический разбор какого-либо произведения, предполагающий, во-первых, комментирование основных положений (толкование авторской мысли; собственное дополнение к мысли, высказанной автором; выражение своего отношения к постановке проблемы и т.п.); во-вторых, обобщенную аргументированную оценку, в третьих, выводы о значимости работы.

В отличие от рецензии ОТЗЫВ дает самую общую характеристику работы без подробного анализа, но содержит практические рекомендации: анализируемый текст может быть принят к работе в издательстве илина соискание ученой степени.

Типовой план для написания рецензии и отзывов:

1. Предмет анализа: *В работе автора…; В рецензируемой работе…; В предмете ана*лиза…

2. Актуальность темы: Работа посвящена актуальной теме…; Актуальность темы обусловлена…; Актуальность темы не вызывает сомнений (вполне очевидна)…

3. Формулировака основного тезиса: Центральным вопросом работы, где автор добился наиболее существенных (заметных, ощутимых) результатов, является…; В работе обоснованно на первый план выдвигается вопрос о…

4. Краткое содержание работы.

5. Общая оценка: Оценивая работу в целом…; Таким образом, рассматриваемая работа…; Автор проявил умение разбираться в…; систематизировал материал и обобщил его…; Безусловной заслугой автора является новый методический подход (предложенная классификация, некоторые уточнения существующих понятий); Автор, безусловно, углубляет наше представление об исследуемом явлении, вскрывает новые его черты…

6. Недостатки, недочеты: Вместе с тем вызывает сомнение тезис о том…; К недостаткам (недочетам) работы следует отнести допущенные автором длинноты в изложении (недостаточную ясность при изложении)…; Работа построена нерационально, следовало бы сократить…; Существенным недостатком работы является…; Отмеченные недостатки носят чисто локальный характер и не влияют на конечные результаты работы…; Отмеченные недочеты работы не снижают ее высокого уровня, их скорее можно считать пожеланиями к дальнейшей работе автора…; Упомянутые недостатки связаны не столько с…, сколько с…

7. Выводы: Представляется, что в целом работа… имеет важное значение…; Работа может быть оценена положительно, а ее автор заслуживает…; Работа заслуживает высокой (положительной, отличной) оценки…; Работа удовлетворяет всем требованиям…, а ее автор, безусловно, имеет (определенное, законное, заслуженное, безусловное) право…

Задание

а) Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

3. Проанализируйте отрывок из студенческой курсовой работы, посвященной проблеме связи заголовка и текста. Соответствует ли язык сочинения нормам научного стиля? На основании анализа проведите правку текста:

Заголовок, будучи неотъемлемой частью газетных публикаций, определяет лицо всей газеты. Сталкиваясь с тем или иным периодическим изданием, читатель получает первую информацию о нем именно из заголовков. На примере газеты «Спорт – экспресс» за апрель – май 1994 г. я рассмотрю связь: заголовок – текст, ведь, как говорится в народной мудрости «встречают по одежке, а провожают – по уму». Но даже при наличии прекрасной одежки (заглавий) и величайшего ума (самих материалов) стилистическая концепция газеты будет не полной, если будет отсутствовать продуманная и логичная связь между содержанием и заголовком. Итак, стараясь выбрать наиболее продуманные заглавия,

я попытаюсь проследить за тем, по какому принципу строится связь между содержанием и заголовком самой популярной спортивной газеты России «Спорт – экспресс». А к тому же я остановлюсь и на классификации заголовков по типу их связей с газетным текстом вообще.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Технологии интеллектуального труда*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Технологии интеллектуального труда*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Управление персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т. А.	Осипов П.А.
(Фамилия И. О.)	*(Фамилия И. О.)*
Протокол № 1от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……3

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……..…..….6

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…..…8

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……12

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……...…….…14

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА……...….36

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..…..45

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны - это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям и др.).

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий, подготовка реферата);

- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Сущность коммуникации в разных социальных сферах. Основные функции и виды коммуникации

Коммуникации
Межличностное общение
Речевые способности
Профессиональное общение

Тема 2. Специфика вербальной и невербальной коммуникации

Вербальная коммуникация
Невербальная коммуникация

Тема 3. Эффективное общение

Эффективное общение
Обратная связь
Стиль слушания

Тема 4. Основные коммуникативные барьеры и пути их преодоления в межличностном общении. Стили поведения в конфликтной ситуации

Конфликт
Барьер речи

Тема 5. Виды и формы взаимодействия студентов в условиях образовательной организации

Группа
Коллектив
Групповое давление
Феномен группомыслия
Феномен подчинения авторитету
Обособление
Диктат
Подчинение
Вызов
Выгода
Соперничество
Сотрудничество
Взаимодействие
Взаимопонимание

Тема 6. Формы, методы, технологии самопрезентации

Самопрезенгация
Публичное выступление

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики– это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным;

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением,

содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли

автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование –наиболеесложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными заданиями понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Организуйте коллективную сетевую деятельность.

Методические указания:

Под организацией **коллективной сетевой деятельности** понимают совместные действия нескольких пользователей в сети электронных коммуникаций, направленные на получение информации. Участники совместной сетевой деятельности могут быть объединены общими целями, интересами, что позволяет им обмениваться мнениями, суждениями, а также совершать действия с различными объектами, такими как фотографии, программы, записи, статьи, представленными в цифровом виде.

Подобное взаимодействие может заключаться в различных его видах, таких как:

- - общение;
- - обмен данными;
- - организация трудовой деятельности;
- - совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями.

Рассмотрим каждый из них. Одним из примеров организации **общения** в сети

Интернет могут служить популярные на сегодняшний день сообщества **Livejournal** (www.livejoumal.ru), **Facebook** (www.facebook.com), **Twitter** (http://twitter.com) и др.

По своей сути это социальные сети, которые работают в режиме реального времени, позволяя участникам взаимодействовать друг с другом. Так, социальная сеть Livejournal (Живой журнал) предоставляет возможность публиковать свои и комментировать чужие записи, вести коллективные блоги («сообщества»), получать оперативную информацию, хранить фотографии и видеоролики, добавлять в друзья других пользователей и следить за их записями в «ленте друзей» и др.

Facebook позволяет создать профиль с фотографией и информацией о себе, приглашать друзей, обмениваться с ними сообщениями, изменять свой статус, оставлять сообщения на своей и чужой «стенах», загружать фотографии и видеозаписи, создавать группы (сообщества по интересам).

Система Twitter позволяет пользователям отправлять короткие текстовые заметки, используя web-интерфейс, sms-сообщения, средства мгновенного обмена сообщениями (например, Windows Live Messenger), сторонние программы-клиенты. Отличительной особенностью Твиттера является публичная доступность размещенных сообщений, что роднит его с **блогами** (онлайн-дневник, содержимое которого, представляет собой регулярно обновляемые записи — **посты).**

Другим способом общения, безусловно, является **электронная почта.** Принципы создания ящика электронной почты подробно рассматривались в практикуме параграфа 2.12. При всех своих плюсах электронная почта не позволяет организовать двусторонний оперативный диалог, максимально приближенный к обычному разговору. Отправив письмо, человек уверен, что оно оперативно будет доставлено в ящик адресата, но будет ли получен быстрый ответ? Кроме того, переписка может растянуться, что сводит к минимуму решение возможных актуальных проблем человека в настоящий момент времени.

Именно поэтому возникла необходимость в самостоятельном классе программ, которые выполняли бы две основные задачи:

- 1. Показать, находится ли собеседник в данный момент в сети Интернет, готов ли он общаться.
- 2. Отправить собеседнику короткое сообщение и тут же получить от него ответ.

Такие программы получили название IMS (англ. Instant Messengers Service —

служба мгновенных сообщений). Часто такие программы называют **интернет-пейджерами.** В качестве примера подобных программ можно привести Windows Live Messenger, Yahoo!Messenger, ICQ.

Так, программа Windows Live Messenger является одним из компонентов Windows Live — набора сетевых служб от компании Microsoft. Ранее мы познакомились с такими его модулями, как Семейная безопасность и Киностудия. Доступ к Messenger можно получить по адресу http://download.ru.msn.com/ wl/messenger, либо через кнопку **Пуск** на своем персональном компьютере (предварительно установив основные компоненты службы Windows Live).

В настоящее время произошла интеграция Messenger и программы Skype, функции которой будут рассмотрены позже.

Чтобы начать «разговор», достаточно выполнить двойной щелчок мыши на имени собеседника и ввести сообщение в соответствующее окно. Если друга нет на месте, можно оставить ему сообщение, и он увидит его, когда снова войдет в программу.

Коммуникацию в реальном масштабе времени возможно осуществить с помощью **чатов** (англ. Chatter — болтать). Если ваш компьютер оснащен видеокамерой, вы сможете начать видеочат. Одной из наиболее интересных особенностей видео- чата в Messenger является то, что он позволяет делать через Интернет все, что ранее можно было делать только при личном общении. Например, можно легко обмениваться фотографиями и видеть, как собеседник реагирует на них.

Теперь рассмотрим, каким образом можно организовать коллективную сетевую деятельность, связанную с **обменом данными.** Сразу отметим, что для передачи или открытия доступа к файлам в локальной сети используются стандартные возможности операционной системы компьютера. Для этого достаточно в настройках определенной директории открыть общий доступ на чтение или запись другими пользователями сети.

В настоящее время популярнейшим способом обмена данными является размещение файлов на различных видеохостингах и в социальных сетях. **Хостинг** — это услуга по предоставлению вычислительных мощностей для размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети Интернет. Для размещения видеофайлов, как правило, используются такие крупные видеохос- тинги, как YouTube (www.youtube.com), Rutube (http://mtube.ru). Социальные сети, например Одноклассники (www.odnoklassniki.rn), ВКонтакте (http://vk.com) и др., также можно использовать для размещения видеофотоматериалов.

Хранение, обмен файлов возможно организовать и с помощью облачных сервисов, таких как Яндекс.Диск, SkyDrive, iCloud и т.д. Перечислим ряд достоинств подобного способа организации работы:

- не требуется денежных вложений - сервисы бесплатны;
- возможность резервного хранения данных;
- доступность информации из любой точки мира с разных устройств, подключенных к Интернету;
- пользователь самостоятельно определяет доступность к файлам другим людям;
- большой размер облачного хранилища (7-10 Гб);
- информация не привязана к одному компьютеру;
- доступ к файлам, хранящимся на устройствах с разными аппаратными платформами (Windows, Android, iOS).

В качестве примера рассмотрим работу с программой Яндекс.Диск, которую предварительно следует установить на свой компьютер с адреса http://disk. yandex.ru/download. После инсталляции программы на вашем устройстве создается папка Яндекс.Диск, в которой будет находиться ряд папок, таких как Документы, Музыка, Корзина. Теперь, после того как мы добавим, изменим или удалим файл в папке Яндекс.Диск на своем компьютере, то же самое автоматически произойдет на серверах Яндекс, т. е. происходит процесс синхронизации.

Поделиться файлом с друзьями через web-интерфейс можно, выполнив следующие действия:

1. Зайти в свой почтовый ящик на сервисе Яндекс.

2. Выполнив команду **Файлы/Документы,** выделить нужный файл из списка.

3. Установить переключатель на панели предпросмотра в положение **Публичный** и нажать на одну из кнопок, расположенных ниже, что гарантирует публикацию ссылки на файл в одной из социальных сетей (ВКонтакте, Facebook и т.д.) либо отправку по электронной почте (рис. 1).



Рис. 1. Ссылка на файл

Другой возможностью публикации ссылки на файл - получение ее через ОС Windows. В этом случае порядок действий следующий:

- 1. Открыть папку Яндекс.Диск.
- 2. Выполнить щелчок правой кнопкой мыши на нужном файле.
- 3. В контекстном меню выбрать пункт **Яндекс.Диск: Скопировать публичную ссылку.**

Теперь в буфере обмена находится ссылка на файл, например, http://yadi.Sk/d/91nV8FjiOYnX, с которой вы можете поделиться со своими друзьями.

Перейдем к описанию организации **трудовой деятельности** как способа совместного сетевого взаимодействия. Она может выглядеть самой разной, от простого общения в видеоконференциях, заканчивая использованием серьезных корпоративных решений для управления рабочим процессом в компании. Примерами таких решений являются:

1. 1С-Битрикс: Корпоративный Портал (http://www.lc-bitrix.ru/products/

intranet/) — система управления внутренним информационным ресурсом компании для коллективной работы над задачами, проектами и документами.

2. Мегаплан (www.megaplan.ru) — онлайн-сервис для управления бизнесом.

3. TeamLab (www.teamlab.com/ru) — многофункциональный онлайн-сервис для совместной работы, управления документами и проектами.

4. BaseCamp (http://basecamp.com) — онлайн-инструмент для управления проектами, совместной работы и постановки задач по проектам.

Рассмотрим эти решения на примере облачного сервиса **Мегаплан,** который относится к **модели SaaS** (англ. Software as a service — программное обеспечение как услуга). В рамках модели SaaS заказчики платят не за владение программным обеспечением как таковым, а за его аренду (т. е. за его использование через web-интерфейс). Таким образом, в отличие от классической схемы лицензирования программного обеспечения заказчик несет сравнительно небольшие периодические затраты (от 150 до 400 руб./мес.), и ему не требуется инвестировать значительные средства в приобретение ПО и аппаратной платформы для его развертывания, а затем поддерживать его работоспособность.

Используя на предприятии Мегаплан, можно получить множество современных эффективных средств управления персоналом компании, в частности:

- выстроить иерархическую структуру предприятия, прояснить уровни подчинения, сделать связи сотрудников внутри предприятия логичными и понятными каждому;

- система управления персоналом на предприятии позволит каждому руководителю контролировать деятельность своих подчиненных в режиме реального времени. Кроме того, можно получать актуальную информацию, даже не находясь в офисе — для этого достаточно иметь доступ в Интернет;

- получить возможность обмениваться документами, выкладывать в общий доступ бизнес-планы, презентации, проекты и распоряжения, ускоряя обмен информацией внутри предприятия;

- системы обмена сообщениями и корпоративный форум делают общение, как деловое, так и личное, более живым и эффективным. Кроме того, выоказывания по ходу исполнения задачи, зафиксированные в Мегаплане, позволяют анализировать ход работы над проектом.

Зарегистрировавшись на вышеуказанном сайте, вы получите бесплатный доступ для знакомства с сервисом Мегаплан. Из трех решений предлагаемых компанией, а именно Совместная работа, Учет клиентов и Бизнес-менеджер, выберите первое — **Совместная работа.** Такой выбор дает возможность эффективно управлять проектами, задачами и людьми. Выбрав модуль **Сотрудники,** добавьте несколько сотрудников, заполнив их личные карточки. Много информации в карточки заносить необязательно, их всегда можно отредактировать, при этом не забывая нажимать на кнопку **Сохранить.** Заполненный модуль **Сотрудники** представлен на рис. 2.



Рис. 2. Модуль Сотрудники

Заполнив базу сотрудников, отметив все необходимые сведения в картотеке, вы получаете автоматизированную систему управления персоналом компании, которая более оперативно, чем любой менеджер по кадрам, будет оповещать вас обо всех изменениях, напоминать о днях рождения, давать доступ к картотеке и персональным сообщениям.

Теперь создайте отделы своей виртуальной организации. Для этого, находясь в модуле **Сотрудники,** выберите блок **Структура,** а в нем ссылку **Добавить отдел.** Чтобы добавить сотрудника в отдел, его надо перетащить мышью из списка **Нераспределенные.** После этого следует установить связь «Начальник-Подчиненный», используя ссылки **Начальники, Подчиненные.** Подобная ситуация представлена на рис. 3.

Красные стрелки на схеме обозначают вашу подчиненность, а зеленые — сотрудники подчиняются вам.

Для того чтобы организовать взаимодействие в команде, выберите модуль **Задачи** и поставьте перед каждым сотрудником задачу, указав сроки ее выполнения. Сотрудник может принять или отклонить задачу, делегировать ее своему подчиненному, комментировать задачу, оперировать списком своих задач (распечатывать, сортировать по признакам). Он может даже провалить задачу — и это немедленно станет известно всем, кто с ней связан.

Используя модуль **Документы,** попробуйте создать несколько текстовых документов (их объем не может превышать 300 Мб). Также имеется возможность импортировать

имеющиеся документы, которые Мегаплан будет сортировать по типам: текстовые документы, презентации, PDF-файлы, таблицы, изображения и др. Таким образом, можно хранить общие для всей компании договоры, банки, анкеты и другие важные файлы.

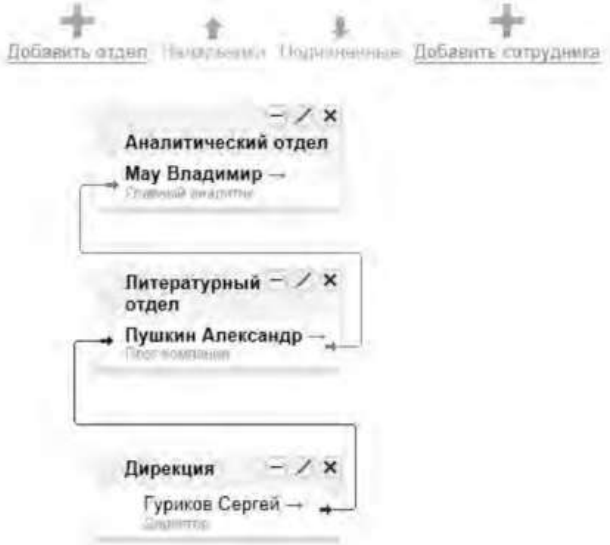


Рис. 3 Организационная структура предприятия

Модуль **Обсуждение** представляет собой корпоративный форум, в рамках которого можно рассматривать любые вопросы. Обсуждение тем может происходить в нескольких уже созданных разделах, а именно Новости, Отдых, Работа. Подобная ситуация представлена на рис. 4.

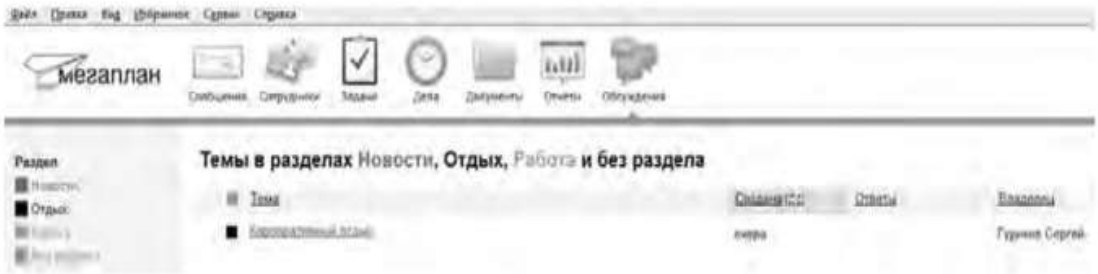


Рис. 4.Создание темы в модуле Обсуждение

Создайте несколько тем, воспользовавшись кнопкой **Добавить.** Обратите внимание на то, что вы можете ограничить просмотр обсуждаемых тем отдельным сотрудникам и группам. Корпоративный форум делает общение внутри компании более открытым. Возможность общения онлайн между сотрудниками, встреча которых могла бы и не произойти в реальной жизни, развивает неформальные отношения, вследствие которых совместная работа над проектами становится более комфортной. Работа над проектом, созданным в виртуальной среде, существенно упрощается за счет системы обмена сообщениями (модуль **Сообщения),** совместной работы, обработки файлов, находящихся в общем доступе.

Итак, освоение базовых функциональных операций в процессе работы с Мегапланом происходит очень быстро. С учетом того, что бесплатная версия продукта позволяет зарегистрировать трех пользователей, можно организовать сетевое взаимодействие, создав учебное предприятие и тем самым, усовершенствовать навыки взаимодействия исполнителей и руководителей в рабочем процессе.

Совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями — последний вид сетевого взаимодействия, рассматриваемого нами. Сетевыми развлечениями в основном являются компьютерные игры. Вид взаимодействия в играх может быть различным: игроки могут соперничать друг с другом, могут быть в команде, а в некоторых играх возможны оба

вида взаимодействия. Соперничество может выражаться как напрямую, например игра в шахматы, так и в таблице рейтингов в какой-нибудь браузерной игре.

Существует особый жанр игр MMORPG (англ. Massive Multiplayer Online Role-playing Game, массовая многопользовательская онлайновая ролевая игра) — разновидность онлайновых ролевых игр, позволяющая тысячам людей одновременно играть в изменяющемся виртуальном мире через Интернет. Сообщество любителей игр в жанре MMORPG зарегистрировано в сети Интернет по адресу www.mmorpg.su.

Подобные игры, как правило, построены на технологии «клиент-сервер», но есть разновидности, где в качестве клиента выступает обычный браузер. Игрок в такой игре представляется своим **аватаром** — виртуальным представлением его игрового персонажа. Создатели игры поддерживают существование игрового мира, в котором происходит действие игры и который населен ее персонажами.

Когда геймеры попадают в игровой мир, они могут в нем выполнять различные действия вместе с другими игроками со всего мира. Разработчики MMORPG поддерживают и постоянно развивают свои миры, добавляя новые возможности и доступные действия для того, чтобы «гарантировать» интерес игроков. Яркими представителями подобного рода игр на сегодняшний день являются EverQuest, World of Warcraft, Anarchy Online, Asheron's Call, Everquest II, Guild Wars, Ragnarok Online, Silkroad Online, The Matrix Online, City of Heroes.

Задания:

а)Создайте свой аккаунт (если вы его не имеете) в одной из социальных сетей, например Livejournal или Facebook. Выполните скриншоты своего блога. Результат отправьте на электронную почту преподавателя.

б)Используя программу Windows Live Messenger, добавьте в друзья (по предварительной договоренности) своего преподавателя и свяжитесь с ним в режиме реального времени либо оставьте ему сообщение.

в)Установите на свой компьютер программу Яндекс.Диск. Предоставьте доступ к нескольким файлам своему преподавателю.

г)Создайте учебное предприятие, используя облачный сервис Мегаплан. Заполните информацией все имеющиеся в программе модули. Установите связи между отделами. Пригласите нескольких своих друзей в проект. Продемонстрируйте результат преподавателю, открыв ему доступ.

д)Напишите краткий отчет о результатах своей работы по созданию виртуального предприятия, указав в нем этапы его создания, результаты совместной сетевой деятельности.

е)Являетесь ли вы участником какой-либо игры в жанре MMORPG? Если да, расскажите об основных правилах той игры, в которой вы участвуете. Каким образом происходит ваше взаимодействие в ней с друзьями?

3. Организация форумов

Методические указания

В настоящее время перед каждым образовательным учреждением стоит задача формирования открытой информационной образовательной среды. Эффективным механизмом является использование коммуникационных возможностей сети Интернет. В частности, организация на сайтах или в информационных системах образовательных учреждений форумов (дискуссий).

Форум — это web-страница, созданная на основе клиент-серверной технологии для организации общения пользователей сети Интернет. Концепция форума основана на создании разделов, внутри которых происходит обсуждение различных тем в форме сообщений. От чата форум отличается тем, что общение может происходить не в реальном времени. Таким образом, человек имеет возможность подумать над своим ответом или над создаваемой темой.

По методу формирования набора тем форумы бывают:

- **тематические. В** рамках таких форумов пользователи обсуждают предварительно опубликованную статью, новость СМИ и т.д. Обсуждение происходит в одной или нескольких темах;

- **проблемные.** Для обсуждения предлагается ряд проблемных вопросов (тем). Обсуждение каждой проблемы происходит в своей ветке. Чаще всего в подобных типах форумов пользователь не имеет права создавать новую тему;

- **постоянно действующие форумы.** Форумы поддержки (помощи). По такому принципу строятся форумы технической поддержки, различные консультации и пр. Чаще всего это форумы с динамическим списком тем, где простые участники могут создавать новую тему в рамках тематики форума.

Форумы функционируют согласно определенным правилам, которые определяют администраторы и модераторы. **Администратор форума** следит за порядком во всех разделах, контролирует общение на ресурсе и соблюдение правил сайта. **Модератор форума** чаще всего следит за порядком в конкретном разделе, имеет более узкие права, чем администратор. Его основная задача — увеличивать популярность форума, количество участников и число интересных обсуждений. Дополнительные задачи:

- стимулировать появление новых интересных тем;
- стимулировать общение на форуме;
- не допускать конфликтных ситуаций на форуме, а в случае их возникновения — уметь найти выход из сложной ситуации;
- при появлении в темах **спама** (рассылка коммерческой и иной рекламы или иных видов сообщений (информации) лицам, не выражавшим желания их получать) немедленно сообщать об этом администратору сайта;
- следить за культурой сетевого общения.

Для каждого конкретного форума администратором могут быть созданы свои правила, но в целом их можно свести к следующим:

1. На форумах приветствуется поддержание дискуссии, обмен опытом, предоставление интересной информации, полезных ссылок.
2. Не нужно вести разговор на «вольные» темы и размещать бессодержательные (малосодержательные) или повторяющиеся сообщения. Под бессодержательными (малосодержательными) понимаются, в частности, сообщения, содержащие исключительно или преимущественно эмоции (одобрение, возмущение и т. д.).
3. Желательно проверять грамотность сообщений (например, редактором Microsoft Word) — ошибки затрудняют понимание вопроса или ответа и могут раздражать участников обсуждения.
4. Длинные сообщения желательно разбивать на абзацы пустыми строчками, чтобы их было удобно читать.
5. Запрещается размещать заведомо ложную информацию.
6. Не рекомендуется публиковать сообщения, не соответствующие обсуждаемой теме, в том числе личные разговоры в ветках форума.
7. Не следует писать сообщения сплошными заглавными буквами, так как это эквивалентно повышению тона, а также латинскими буквами. При этом сообщение считается нарушающим данное правило, если такого рода текстом набрано более трети всего сообщения.
8. Участники форума не должны нарушать общепринятые нормы и правила поведения. Исключено употребление грубых слов и ненормативной лексики, выражение расистских, непристойных, оскорбительных или угрожающих высказываний, нарушений законодательства в области авторского права или сохранности конфиденциальной информации.
9. Запрещено публично обсуждать нелегальное использование (в том числе взлом) программного обеспечения, систем безопасности, а также публикацию паролей, серийных номеров и адреса (ссылки), по которым можно найти что-либо из вышеназванного.

10. Не следует размещать в форумах, а также рассылать через личные сообщения коммерческую рекламу и спам.

Для создания форумов используется ряд программных решений, написанных на языке PHP (англ. Hypertext Preprocessor — предпроцессор гипертекста) и используемых для ведения своей базы данных сервер MySQL. К их числу относится **Invision Power Board** (www.invisionpower.com), **vBulletin** (www.vbulletin.com), **PHP Bulletin Board** (www.phpbb.com), **Simple Machines Forum** (www.simplemachines.org) и ряд других. Однако создать «движок форума» с помощью перечисленного программного обеспечения начинающему пользователю будет весьма непросто, поскольку и сами программы, и документация к ним написаны на английском языке.

Попробовать свои силы для создания тематического форума можно с использованием российских web-сервисов, предлагающих свои услуги в этом направлении. Остановим свой выбор на сервисе Forum2x2 (www.forum2x2.ru), который предлагает создание и хостинг форумов. Forum2x2 позволяет создать форум бесплатно, всего за несколько секунд и без всяких технических знаний, а после — мгновенно начать общение. Интерфейс форума является наглядным, простым в использовании и легко настраивается.

Определим следующую задачу — создать форум своего учебного заведения. Находясь на сайте сервиса Forum2x2, выберем кнопку **Создать бесплатный форум.** Пользователю будет предложено выбрать одну из четырех версий создания форумов: Phpbb3, Phpbb2, IPB и Punbb. Их краткая характеристика будет представлена в соответствующих вкладках. Воспользуемся самым простым из них - **Punbb,** который предоставляет только базовые опции web-форума, а следовательно, является оптимальным по скорости и простоте использования. Далее нам предстоит выполнить три простых шага:

- 1. Выбрать графический стиль форума.
- 2. Ввести название форума, его интернет-адрес, свой адрес электронной почты, пароль.
- 3. Прочитать информацию о недопустимом содержании создаваемого форума.

На этом создание форума можно считать завершенным. На рис. 5 представлен один из возможных примеров созданного форума.



Рис. 5 Внешний вид созданного форума

В своем электронном почтовом ящике вы обнаружите письмо от администрации сервиса Forum2x2, в котором будут даны несколько полезных советов для успешного начала работы форума, в частности:

- - поместить в форум несколько сообщений, чтобы задать тон обсуждения;
- - внести личный аспект в стиль оформления форума, подобрав цвета и шрифты;

- - сообщить по электронной почте друзьям о новом форуме и пригласить их поучаствовать в форуме;
- - поместить ссылки на форум на других сайтах, форумах и в поисковых системах.

Для администрирования вновь созданного форума необходимо ввести имя пользователя (Admin) и пароль, который вы выбрали при создании форума. После этого вы получаете доступ к ссылке **Панель администратора,** расположенной внизу страницы, которая имеет несколько вкладок (рис. 6).



Рис. 6. Вкладки Панели администратора

Вкладка **Главная** отображает информацию по статистике созданных сообщений, количестве пользователей и тем. Здесь же можно воспользоваться практическими советами по повышению посещаемости созданного форума. Попробуйте пригласить на созданный форум своих друзей, знакомых, с помощью ссылки **Адреса Email,** вводя в соответствующее поле их электронные адреса. Максимальное число приглашений, отправляемых за один раз, — десять.

Вкладка **Общие настройки** позволяет сконфигурировать форум в соответствии с личными целями администратора. В частности, можно изменить название сайта, его описание, определить конфигурацию защиты форума, определить E- mail администратора.

С помощью раздела **Категории и форумы** создайте свои форумы, определите порядок их вывода с помощью соответствующих кнопок **(Сдвинуть вверх, Сдвинуть вниз). Категория** представляет собой совокупность форумов, объединенных общей тематикой. Один из возможных примеров создания форумов приведен на рис. 7.

Сделанные изменения доступны для просмотра после нажатия на кнопку **Просмотр форума.** Находясь на вкладке **Общие настройки,** перейдите в раздел **Раскрутка форума** и выберите пункт **Поисковые системы.** Введите информацию для ваших мета-тегов, чтобы улучшить позицию вашего форума в поисковых системах. **Мета-теги** — это невидимые коды, используемые поисковиками для индексации и позиционирования вашего форума. Зарегистрируйте ваш форум в основных поисковых системах: Yandex, Google, Rambler.

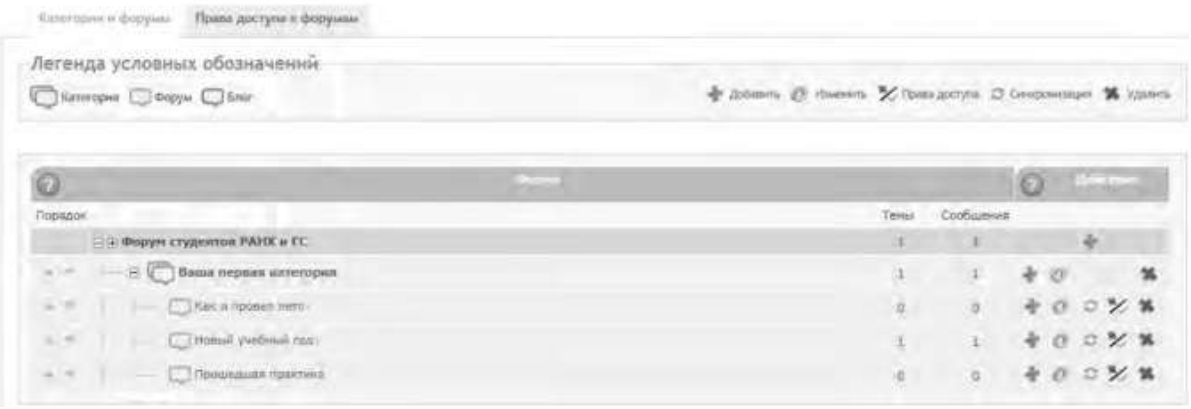


Рис. 7. Структура форумов

Используя вкладку **Оформление,** поэкспериментируйте с различными стилями для того, чтобы повысить привлекательность форума. Здесь же можно поменять версию «движка» форума.

Будучи администратором вашего форума, вы являетесь его единственным полноправным хозяином и полностью контролируете его. С помощью вкладки **Пользователи & Группы** создайте группу модераторов, ответственных за соблюдение установленных вами правил (правил орфографии, правил поведения на форуме и т.д.).

Перейдите на вкладку **Модули.** Здесь вы можете добавить к вашему форуму такие модули, как портал, календарь, галерея, чат или листы персонажей. Выберите ссылку **Портал.** Появится информация о том, что портал не инсталлирован. Нажмите ссылку — инсталлировать. Внешний вид созданного портала представлен на рис. 8.



Рис. 8. Созданный портал

На вкладке **Модули** попробуйте поработать с виджетами (гаджетами) форума, из которых и состоит портал. **Виджет** — это элемент интерфейса, предназначенный для облегчения доступа к информации.

Добавьте/удалите стандартные виджеты форума (Поиск, Календарь, Новости, Последние темы, Самые активные пользователи и др.), отслеживая изменения нажатием кнопки **Просмотр портала.** Оставьте наиболее удачный, с вашей точки зрения, вариант.

Итак, мы приобрели первоначальные практические навыки создания собственного форума и выполнили действия, направленные на увеличение его посещаемости. Кроме того, необходимо создать ссылку на форум с главной страницы сайта учебного заведения. Следует отметить, что, для того чтобы созданный форум не оставался в статичном виде, необходима большая работа администратора, модераторов по его поддержанию.

Альтернативным способом организации форумов является их развертывание в информационной системе учебного заведения. На современном отечественном рынке

автоматизированных информационных систем управления учебным процессом представлено достаточно большое количество решений. Свой выбор остановим на ИС ModEUS (http://modeus.krf.ane.ru/index.php), которая разработана с учетом специфики российского образования и обеспечивает автоматизацию учебного процесса, в том числе и дистантного (учет учебного процесса, его планирование и публикация, подготовка отчетной документации).

После регистрации в системе ModEUS, нужно выбрать ссылку **Дискуссии.** Вы можете организовать дискуссию (форум) по любому из находящихся в системе курсов, щелкнув мышью по его названию.

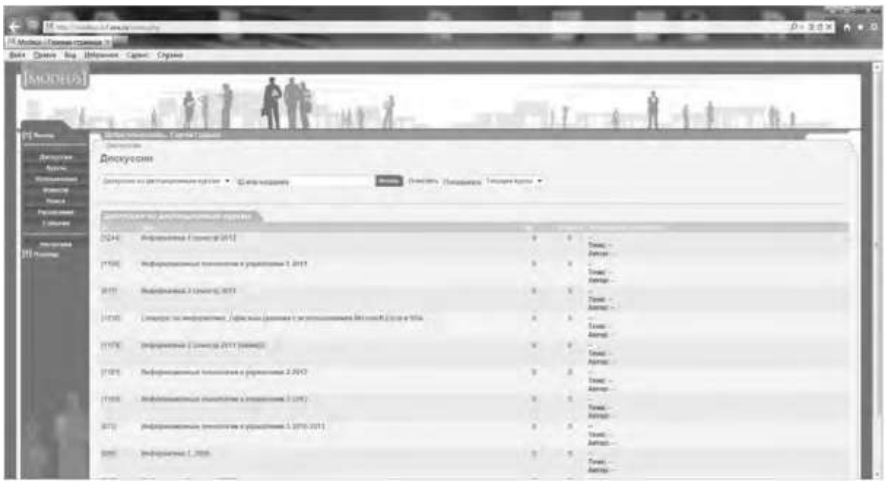


Рис. 9. Страница Дискуссии в ИС ModEUS

Создадим новую тему, нажав одноименную кнопку. Впишем в соответствующие поля название темы и вопрос, предлагаемый для обсуждения. Подобная ситуация представлена на рис. 437. Кроме того, мы имеем возможность прикрепить текстовый файл объемом не более 16 Мб, например список вопросов к экзамену.

После нажатия на кнопку **Создать** тема дискуссии отображается в системе (рис. 10), и любой из студентов может принять участие в ее обсуждении.

Таким образом, можно определить преимущества создания форума в информационной системе учебного заведения:

- - отсутствует необходимость иметь практические навыки работы по созданию web-страниц;
- - нет необходимости заботиться о раскрутке форума - студенты и преподаватели постоянно работают в системе.

В то же время есть и ряд недостатков, в частности:

- - форум доступен исключительно для студентов и преподавателей учебного заведения, в котором функционирует информационная система;
- - стандартизированный типовой интерфейс для всех выполняемых функций;
- - нет возможности организовать дискуссию на вольную тему.



Рис. 10 Создание новой темы



Рис. 11. Создана тема для дискуссии

Использование тестирующих систем в локальной сети образовательного учреждения

Теперь познакомимся с возможностями ИС ModEUS для **организации тестирования студентов в локальной сети образовательного учреждения.** Использование тестирования как наиболее объективного метода оценки качества образования широко используется в учебных заведениях России. Полнота охвата проверкой требований к уровню подготовки студентов предполагает методику конструирования тестовых заданий закрытого и открытого типа. К тестовым заданиям **закрытого типа** относятся задания, предполагающие выбор верного ответа из предложенных вопросов. Тестовые задания **открытого типа** требуют конструирования ответов с кратким и развернутым ответом. И тот, и другой тип заданий успешно реализуются в ИС ModEUS.

Прежде чем создать тестовое задание, необходимо зайти в один из учебных курсов, находящихся в репозитарии (хранилище данных), нажав кнопку **Курсы** в главном меню. Под «курсом» в ПС ModEUS понимается дисциплина, находящаяся в учебном плане.

Найдем в списке **Занятия курса** требуемое занятие и нажмем ссылку **Список заданий,** находящуюся справа от поля **Тип.** Для того чтобы добавить задание в занятие, нажмем кнопку **Добавить.** Подобная ситуация представлена на рис. 11.

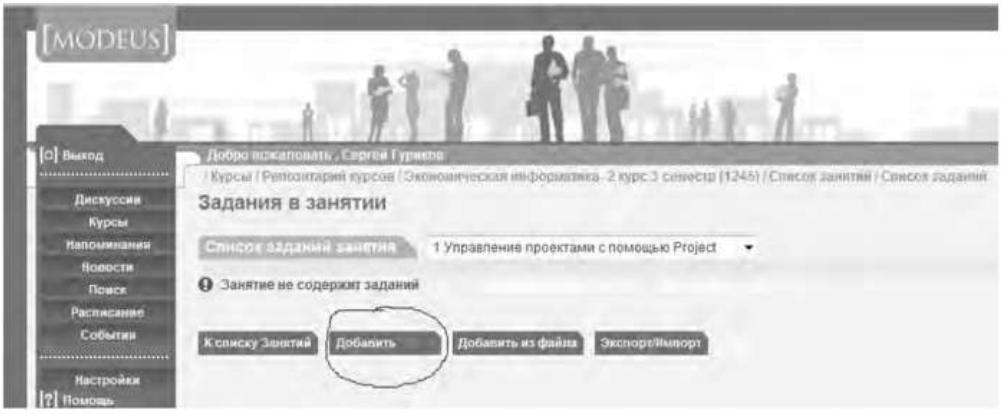


Рис.12. Добавление задания

Тип задания можно выбрать из раскрывающегося списка (рис. 12), кроме того, можно дать название новому заданию, установить балл и выбрать количество попыток сдачи.

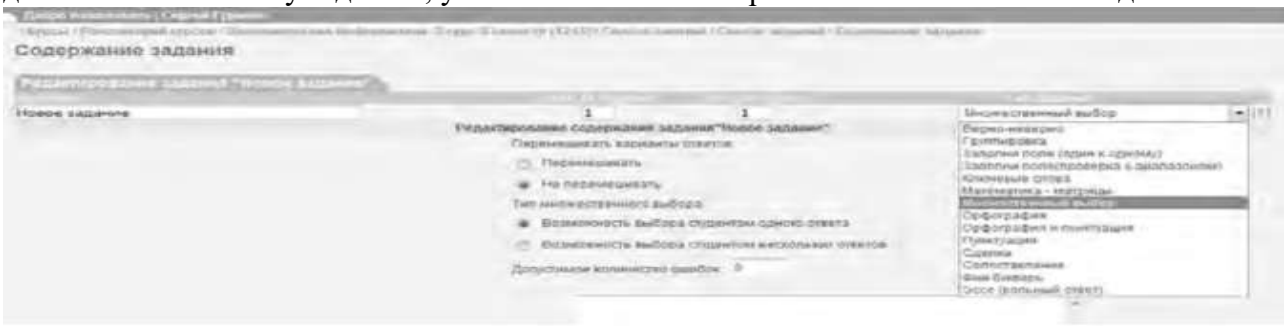


Рис.13. Выбор типа задания

Рассмотрим несколько примеров формирования вопросов закрытого и открытого типа в ИС ModEUS.

Тестовое задание со множественным выбором верных ответов (закрытый тип). Данный тип задания дает вам возможность задать вопрос и варианты ответов на него, из которых обучающийся должен выбрать верный (рис. 14). Правильным может быть один или несколько вариантов. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - в опции **Перемешивать варианты ответов** поставьте метку в поле **Перемешивать,** если вы хотите, чтобы указанные вами варианты ответов выводились на экран в различном порядке, поставьте метку в поле **Не перемешивать,** если варианты ответов должны выводиться всегда в одинаковом порядке;
- - в опции **Тип множественного выбора** поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом одного ответа,** если обучающийся из предложенных вариантов ответов может выбрать только один верный, поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом нескольких ответов,** если обучающийся может выбрать несколько верных ответов;
- - введите текст задания в поле **Текст задания;**
- - в случае если в задании присутствует приложение, укажите путь к этому приложению, нажав на кнопку I обзор... I и указав путь к файлу на жестком или сетевом диске. Приложением может быть документ любого формата, например изображение;
- - введите тексты вариантов ответов в соответствующие поля;
- - для добавления нового поля под вариант ответа нажмите на кнопку

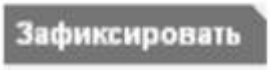


- каждый вариант ответа может быть дополнен приложением. Для добавления к варианту ответа приложенияукажите путь к нему в поле **Добавить приложение,** нажав на кнопку 

и указав путь к файлу на жестком

или сетевом диске;

- установите флажки напротив одного или нескольких правильных вариантов ответа;

- нажмите на кнопку 

для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку 

, чтобы сохранить задание и сразу

перейти к составлению нового задания.

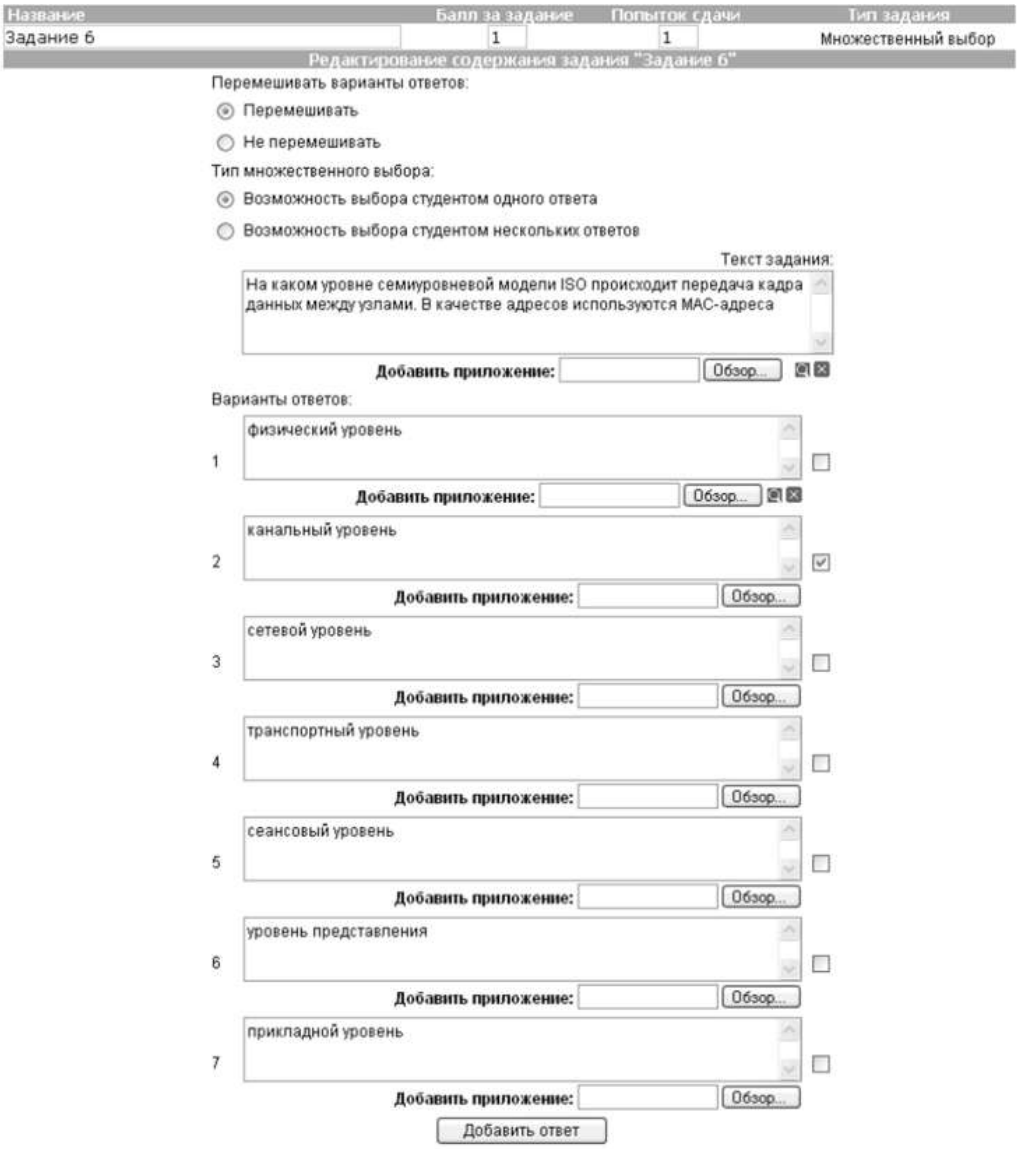


Рис. 14. Создание задания со множественным выбором верных ответов

Тестовое задание с добавлением слова (открытый тип). Данный тип задания (рис. 15) дает вам возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя ответ с клавиатуры в виде текста, цифры, слова, математической формулы и т.д. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - введите текст задания в поле **Текст задания;**
- - текст задания может представлять собой текст или текст в сочетании с

приложением. Чтобы добавить приложение (изображение или документ), нажмите на кнопку Обзор..., находящуюся под полем **Текст задания,** и
укажите путь к файлу на жестком или сетевом диске;

- - в поле **Вопрос** введите вопрос, на который должен ответить обучающийся;
- - в поле **Ответ** укажите правильный ответ;

- в пределах одного задания вы можете задать обучающемуся несколько вопросов. Для добавления вопроса нажмите на кнопку Добавить вопрос;

- нажмите на кнопку Зафиксировать для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку Сохранить и добавить новое, чтобы сохранить задание и сразу перейти к составлению нового задания.

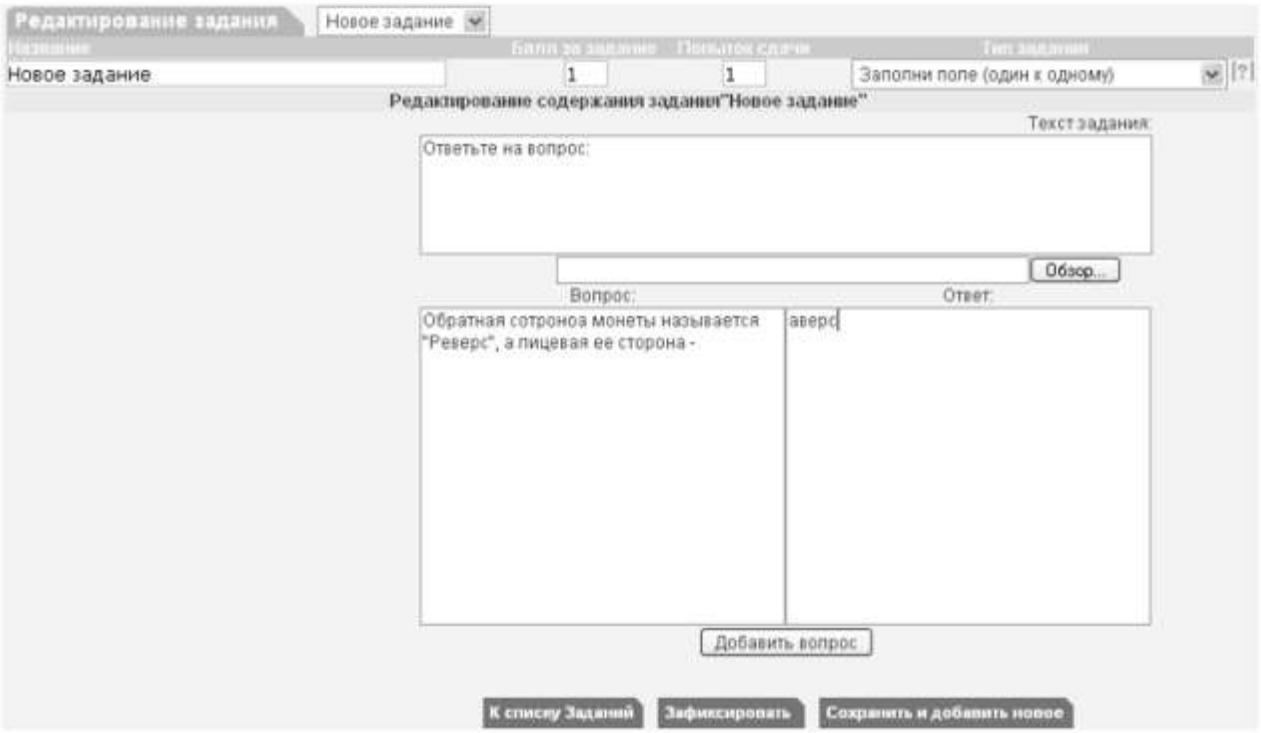


Рис. 15 Создание задания с добавлением слова

Кроме рассмотренных типов заданий, в ИС ModEUS существует и ряд других, в частности:

Верно - неверно. Данный тип задания предоставляет возможность обучающемуся выбрать один из вариантов ответа («верно» или «неверно») на поставленный вопрос.

Группировка. В данном типе задания обучающемуся необходимо распределить заданный список понятий по группам.

Заполни поле (проверка с диапазоном). Данный тип задания дает возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя с клавиатуры числовой ответ.

Сопоставление. Проверяется способность обучающихся сопоставить понятия по указанному принципу.

Эссе. Обучающийся отвечает в свободной форме на поставленный преподавателем вопрос. Вопрос может быть представлен в виде текста или любого другого документа.

Следует отметить, что в ИС ModEUS можно задать количество вопросов, время на проведение тестовых заданий, а также **мощность теста.** Мощность определяет количество заданий, которые будут предложены студенту для выполнения. Например, если в группе заданий десять вариантов заданий, а мощность группы равна пяти, то студенту будут предложены для выполнения пять заданий из десяти. После проведения тестирования в

информационной системе происходит автоматическое формирование оценок на основании выполненных студентами заданий.

Итак, мы завершили рассмотрение возможностей информационной системы, работающей в локальной сети учебного заведения для организации форумов и проведения тестирования студентов.

Настройка видео web-сессий

В настоящее время миллионы пользователей во всем мире используют видеосвязь с помощью сети Интернет для общения друг с другом. Достоинства такого способа общения очевидны: есть возможность слышать и визуально наблюдать собеседника, находящегося, возможно, за тысячи километров. Для обеспечения полноценной видеосвязи для захвата и воспроизведения видео и звука могут использоваться как встроенные в компьютер камера, микрофон или динамик, так и внешние устройства, такие как web-камера, головная гарнитура, а также следует обеспечить высокоскоростной доступ к Интернету.

Взаимодействие собеседников при организации видео web-сессий возможно в нескольких направлениях: видеоконференция и видеотелефония.

1. **Видеоконференция** — это технология интерактивного взаимодействия двух и более человек, при которой между ними происходит обмен информацией в режиме реального времени. Существует нескольких видов видеоконференций:

- **симметричная (групповая)** видеоконференция позволяет проводить сеансы показа презентаций или рабочего стола;
- **асимметричная** видеоконференция используется для дистанционного образования. Позволяет собрать в конференции множество участников таким образом, что все они будут видеть и слышать одного ведущего, он, в свою очередь, всех участников одновременно;
- **селекторное видеосовещание** — рассчитано на взаимодействие большой группы участников, при котором пользователи имеют возможность активно обсуждать действия при чрезвычайных ситуациях, оперативно решать текущие вопросы.

Для эффективной организации проведения web-конференций, маркетинговых презентаций, онлайн-обучения, совещаний и любых других видов онлайн-встреч существует ряд программных решений. В качестве примера можно привести программы Mirapolis Virtual Room (http://virtualroom.ru/), ВидеоМост (www.videomost.com), TrueConf Online (http://trueconf.ru/) и др.

2. Видеотелефония — реализуется посредством сеанса видеосвязи между двумя пользователями, во время которого они могут видеть и слышать друг друга, обмениваться сообщениями и файлами, вместе работать над документами и при этом находиться в разных местах в комфортной для себя обстановке.

Для того чтобы общаться с близкими и друзьями, можно бесплатно совершать видеозвонки с помощью таких программ, как Skype (http://www.Skype, com/intl/ru/get-skype), Mail.ru Агент (http://agent.mail.ru) и ряд других.

Для того чтобы проверить наличие встроенной web-камеры на компьютере, достаточно войти в меню **Пуск,** выбрать **Компьютер,** щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и в контекстно-зависимом меню нажать пункт **Свойства.** Далее следует выбрать пункт меню **Диспетчер устройств,** а в нем пункт **Устройства обработки изображений.** Наличие в нем устройства, например, USB 2.0 Camera свидетельствует о наличии web-камеры.

Кроме того, в документации к компьютеру (Руководство пользователя) или другому устройству должны быть приведены сведения об установленных в систему устройствах и, в частности, инструкция по использованию встроенной камеры и программному обеспечению, отвечающему за данное устройство.

Одной из таких популярных утилит является ArcSoft WebCam Companion — пакет приложений для взаимодействия с web-камерой, который позволяет захватывать, редактировать изображения и записывать видео. Самостоятельно проведите ее инсталляцию,

воспользовавшись web-адресом http://arcsoft-webcam- companion.en.softonic.com. После установки данной программы на компьютер ее можно запустить на выполнение командой **Пуск/Все программы/ArcSoft WebCam Companion/WebCam Companion.** Интерфейс программы представлен несколькими разделами: Захват, Маска, Забавная рамка, Правка, Монитор, Другие приложения (рис. 16).



Рис. 16. Пункты меню программы ArcSoft WebCam Companion

Выберем значок **Захват,** а в нем пункт меню **Параметры web-камеры.** Откроется окно, представленное на рис. 17.

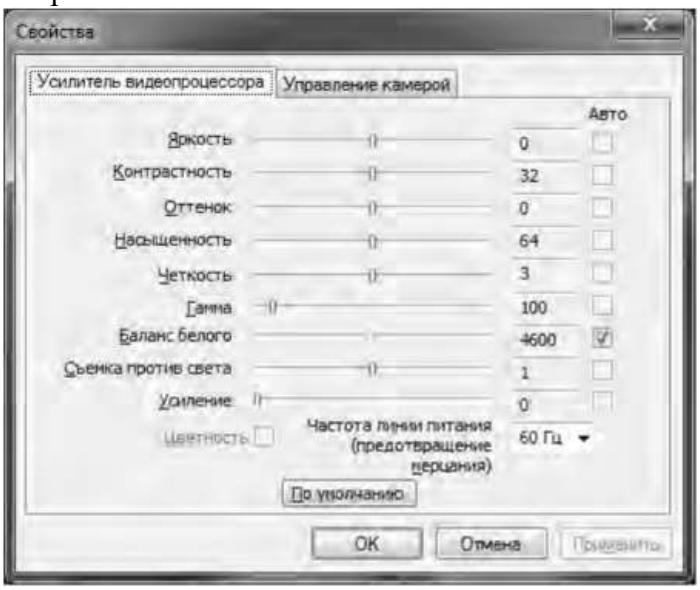


Рис. 17. Окно Свойства web-камеры

Как видно из рис. 17, в данном окне можно изменить основные параметры настройки web-камеры, одновременно наблюдая за результатом на экране. При желании настройки можно вернуть в исходное состояние, нажав на кнопку **По умолчанию.**

Теперь поговорим о том, как организовать web-сессию в такой популярной программе, как Skype. Ее большим преимуществом является такой факт, что звонки между абонентами являются бесплатными. Однако, если вы делаете звонок на мобильный или стационарный телефон, вам потребуется позаботиться о том, чтобы на вашем счете были деньги. Положить деньги на оплату разговоров в Skype вы можете с использованием такого сервиса, как Яндекс.Деньги (https://money.yandex.ru/).

Инсталлируйте программу Skype, воспользовавшись ее адресом в сети Интернет http://www.skype.com/intl/ru/get-skype. После установки программа становится доступной после выполнения команды **Пуск/Все программы/ Skype/Skype. В** окне регистрации введите свой логин и пароль. Обратите внимание на то, что если вы установите флажок в пункте **Автоматическая авторизация при запуске Skype,** то вам не придется каждый раз вводить свои данные.

Добавьте своих друзей, родственников в список контактов, воспользовавшись командой **Контакты/Добавить контакт.** Вам нужно ввести фамилию, имя знакомого, его контактный телефон, адрес электронной почты. В результате ваши контакты будут располагаться в группе **Контакты** и будут видны при каждом запуске программы.

Выполним настройку web-камеры. Последовательно нажмем **Инструменты/Настройки/Настройки видео.** Появится окно, представленное на рис. 18.

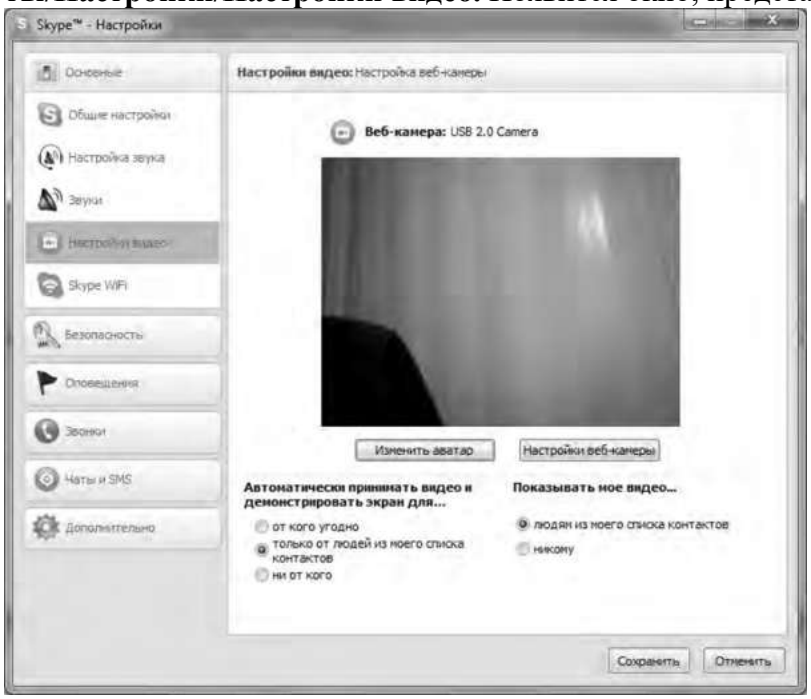


Рис.18. Окно Настройки

Если вы видите изображение - камера настроена и готова к работе. В противном случае, Skype выведет об этом текстовое сообщение. Теперь перейдем в меню **Настройка звука.** Проверьте, что поставлен флажок в опции **Разрешить автоматическую настройку микрофона.** Скажите несколько слов вслух, уровень громкости звука в опции **Громкость** должен изменяться. Окончательно проверить сделанные настройки можно с помощью контрольного звонка. Для этого, находясь в меню **Настройка** звука, выберите пункт **Сделать контрольный звонок в** Skype. В ходе контрольного звонка вы сможете сделать запись своего голоса в течение десяти секунд, а затем прослушать его. Если этот эксперимент окончится удачно, значит, все настройки выполнены правильно и программа готова к работе.

Теперь, когда мы завершили работу с настройками программы, можно попробовать сделать видеозвонок. Для этого необходимо совершить следующие действия:

1. Войти в программу Skype.
2. В группе **Контакты** щелчком мыши выбрать абонента. Во время звонка он должен быть в сети, о чем будет свидетельствовать соответствующий значок в программе Skype.
3. Нажать кнопку **Видеозвонок.**

Через несколько секунд соединение будет установлено и вы можете начать разговор, в процессе которого вы будете видеть и слышать своего собеседника. Подобная ситуация представлена на рис. 19.



Рис. 19 Сеанс связи установлен

Если во время разговоров у вас возникают неполадки со звуком, такие как сильный фоновый шум, эхо, задержка звука, «механический» звук или пропадание слов, следует убедиться в следующем:

1. Использует ли собеседник последнюю версию программы Skype? Информацию о версии программы можно получить, выполнив команду **По- мощь/О** Skype.
2. Нет ли рядом с микрофоном источников шума?
3. Не расположен ли микрофон рядом с динамиками?
4. Достаточно ли высокая скорость соединения?

Кроме того, когда программа Skype обнаруживает неполадки во время звонка, на экране появляется сообщение с рекомендациями, которые помогут вам повысить качество связи. Необходимо выполнить эти рекомендации.

Итак, вы получили теоретические сведения и практические навыки работы с организацией видео web-сессий, которые, несомненно, будут востребованы в вашей повседневной жизни.

Задания:

а)Зарегистрируйтесь на сервисе Forum2x2. Создайте форум своего учебного заведения, выбрав одну из четырех версий создания форумов. Выполните советы для успешного начала работы своего форума, приведенные в параграфе 5.4. После завершения работы отправьте на электронную почту преподавателя ссылку на созданный вами форум.

б)Установите на свой компьютер программу Skype. Сделайте видеозвонок вашему преподавателю (по предварительной договоренности).

2. Проведите диагностику стиля делового общения.

Инструкция. С помощью этого теста вы можете оценить свой стиль делового общения. Вам предложено 80 утверждений. Из каждой пары выберите одно — то, которое, как вы считаете, наиболее соответствует вашему поведению. Обратите внимание па то, что ни одна пара не должна быть пропущена. Тест построен таким образом, что ни одно из приведенных ниже утверждений не является ошибочным.

1. Я люблю действовать.
2. Я работаю над решением проблем систематическим образом.
3. Я считаю, что работа в командах более эффективна, чем на индивидуальной основе.
4. Мне очень нравятся различные нововведения.
5. Я больше интересуюсь будущим, чем прошлым.
6. Я очень люблю работать с людьми.
7. Я люблю принимать участие в хорошо организованных встречах.
8. Для меня очень важными являются окончательные сроки.

9. Я против откладываний и проволочек.
10. Я считаю, что новые идеи должны быть проверены прежде, чем они будут применяться на практике.
11. Я очень люблю взаимодействовать с другими людьми. Это меня стимулирует и вдохновляет.
12. Я всегда стараюсь искать новые возможности.
13. Я сам люблю устанавливать цели, планы и т.п.
14. Если я что-либо начинаю, то доделываю это до конца.
15. Обычно и стараюсь понять эмоциональные реакции других.
16. Я создаю проблемы другим людям.
17. Я надеюсь получить реакцию других на свое поведение.
18. Я нахожу, что действия, основанные на принципе «шаг за шагом», являются очень эффективными.
19. Я думаю, что хорошо могу понимать поведение и мысли других.
20. Я люблю творческое решение проблем.
21. Я все время строю планы на будущее.
22. Я восприимчив к нуждам других.
23. Хорошее планирование — ключ к успеху.
24. Меня раздражает слишком подробный анализ.
25. Я остаюсь невозмутимым, если на меня оказывают давление.
26. Я очень ценю опыт.
27. Я прислушиваюсь к мнению других.
28. Говорят, что я быстро соображаю.
29. Сотрудничество является для меня ключевым словом.
30. Я использую логические методы для анализа альтернатив.
31. Я люблю, когда одновременно у меня идут разные проекты.
32. Я постоянно задаю себе вопросы.
33. Делая что-либо, я тем самым учусь.
34. Полагаю, что я руководствуюсь рассудком, а не эмоциями.
35. Я могу предсказать, как другие будут вести себя в той или иной ситуации.
36. Я не люблю вдаваться в детали.
37. Анализ всегда должен предшествовать действиям.
38. Я способен оценить климат в группе.
39. У меня есть склонность не заканчивать начатые дела.
40. Я воспринимаю себя как решительного человека.
41. Я ищу такие дела, которые бросают мне вызов.
42. Я основываю свои действия на наблюдениях и фактах.
43. Я могу открыто выразить свои чувства.
44. Я люблю формулировать и определять контуры новых проектов.
45. Я очень люблю читать.
46. Я воспринимаю себя как человека, способного интенсифицировать, организовать деятельность других.
47. Я не люблю заниматься одновременно несколькими вопросами.
48. Я люблю достигать поставленных целей.
49. Мне нравится узнавать что-либо о других людях.
50. Я люблю разнообразие.
51. Факты говорят сами за себя.
52. Я использую свое воображение, насколько это возможно.
53. Меня раздражает длительная, кропотливая работа.
54. Мой мозг никогда не перестает работать.
55. Важному решению предшествует подготовительная работа.
56. Я глубоко уверен в том, что люди нуждаются друг в друге, чтобы завершить работу.

57. Я обычно принимаю решение, особо не задумываясь.
58. Эмоции только создают проблемы.
59. Я люблю быть таким же, как другие.
60. Я не могу быстро прибавить пятнадцать к семнадцати.
61. Я примеряю свои новые идеи к людям.
62. Я верю в научный подход.
63. Я люблю, когда дело сделано.
64. Хорошие отношения необходимы.
65. Я импульсивен.
66. Я нормально воспринимаю различия в людях.
67. Общение с другими людьми значимо само по себе.
68. Люблю, когда меня интеллектуально стимулируют.
69. Я люблю организовывать что-либо.
70. Я часто перескакиваю с одного дела на другое.
71. Общение и работа совместно с другими людьми являются творческим процессом.
72. Самоактуализация является крайне важной для меня.
73. Мне очень нравится играть идеями.
74. Я не люблю попусту терять время.
75. Я люблю делать то, что у меня получается.
76. Взаимодействуя с другими, я учусь.
77. Абстракции интересны для меня.
78. Мне нравятся детали.
79. Я люблю кратко подвести итоги, прежде чем прийти к какому-либо умозаключению.
80. Я достаточно уверен в себе.

Обработка результатов.

Обведите те номера, на которые вы ответили положительно, и отметьте их в приведенной ниже таблице. Посчитайте количество баллов по каждому стилю (один положительный ответ равен 1 баллу). Тот стиль, по которому вы набрали наибольшее количество баллов (по одному стилю не может быть более 20 баллов), наиболее предпочтителен для вас.
Если вы набрали одинаковое количество баллов по двум стилям, значит, они оба присущи вам.

Ключ

Стиль 1: 1, 8, 9, 13, 17, 24, 26, 31, 33, 40, 41, 48, 50, 53, 57, 63, 65, 70, 74, 79.
Стиль 2: 2, 7, 10, 14, 18, 23, 25, 30, 34, 37, 42, 47, 51, 55, 58, 62, 66, 69, 75, 78.
Стиль 3: 3, 6, 11, 15, 19, 22, 27, 29, 35, 38, 43, 46, 49, 56, 59, 64, 67, 71, 76, 80.
Стиль 4: 4, 5, 12, J6, 20, 21, 28, 32, 36, 39, 44, 45, 52, 54, 60, 61, 68, 72, 73, 77.

Интерпретация результатов

Стиль 1 — ориентация на действие. Характерно обсуждение результатов, конкретных вопросов, поведения, ответственности, опыта, достижений, решений. Люди, владеющие этим стилем, прагматичны, прямолинейны, решительны, легко переключаются с одного вопроса на другой.

Стиль 2 — ориентация на процесс. Характерно обсуждение фактов, процедурных вопросов, планирования, организации, контролирования, деталей. Человек, владеющий этим стилем, ориентирован на систематичность, последовательность, тщательность. Он честен, многословен и мало эмоционален.

Стиль 3 ориентация на людей. Характерно обсуждение человеческих нужд, мотивов, чувств, «духа работы в команде», понимания, сотрудничества. Люди этого стиля эмоциональны, чувствительны, умеют сопереживать окружающим.

Стиль 4 — ориентация на перспективу, на будущее. Людям этого стиля присуще обсуждение концепций, больших планов, нововведений, различных вопросов, новых методов, альтернатив. Они обладают хорошим воображением, полны идей, но мало реалистичны и порой их сложно понять.

Задания:

а) На основе самодиагностики определите стиль делового общения

б) Дайте обоснование рекомендаций по совершенствованию делового общения.

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения магистрантом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата магистрант может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Реферат является первой ступенью на пути освоения навыков проведения научно-исследовательской работы. В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;
- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Магистрант для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Магистранту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем магистранту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом следует сразу же составлять библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

1. (полное наименование главы).
   1.1. (полное название параграфа, пункта);
   1.2. (полное название параграфа, пункта).
2. (полное наименование главы).
   2.1. (полное название параграфа, пункта);
   2.2. (полное название параграфа, пункта).

Основная часть

Заключение (выводы).

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление (план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения

полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография (список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты по дисциплинам магистратуры направления подготовки 38.04.02 – «Менеджмент», как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и помарки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется магистрантом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что…», «таблица позволяет заключить, что…» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте курсовой работы должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «…в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «…в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота

работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «…на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «…в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на

иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // Экономист. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Иохин В. Я. Экономическая теория: учебник. М.: Юристъ, 2009. 178 с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // Аргументы и факты. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «При оценке стоимости земли необходимо учесть все возможности ее производственного использования» [17, С. 191].

В списке использованных источников:

17. *Борисов Е. Ф.* Основы экономики. М.: Юристъ, 2008. 308 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.

2. Ответы магистранта на вопросы преподавателя.

3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы магистранту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.
- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ РЕФЕРАТА

1. Общение как социально-психологическая категория.
2. Коммуникативная культура в деловом общении.
3. Условия общения и причины коммуникативных неудач.
4. Роль невербальных компонентов в речевом общении.
5. Речевой этикет, его основные функции и правила.
6. Причины отступлений от норм в речи, типы речевых ошибок, пути их устранения и предупреждения.
7. Деловая беседа (цели, задачи, виды, структура).
8. Особенности телефонного разговора.
9. Новые тенденции в практике русского делового письма.
10. Культура дискутивно-полемической речи. Виды споров, приемы и уловки в споре
11. Основные правила эффективного общения.
12. Личность как субъект общения. Коммуникативная компетентность личности.
13. Конфликтное поведение и причины его возникновения в деструктивном взаимодействии.
14. Деловое общение и управление им.
15. Отношения сотрудничества и конфликта в представлениях российских работников.
16. Реформы в России и проблемы общения молодого поколения и работодателей.
17. Культура речи в деловом общении.
18. Содержание закона конгруэнтности и его роль в деловом общении.
19. Этика использования средств выразительности деловой речи.
20. Особенности речевого поведения.
21. Культура устной и письменной речи делового человека в современной России.
22. Вербальные конфликтогены в практике современного российского общества.
23. Этические нормы телефонного разговора.
24. Основные тенденции развития Российской деловой культуры.
25. Характеристика манипуляций в общении.
26. Приемы, стимулирующие общение и создание доверительных отношений.
27. Правила подготовки публичного выступления.
28. Правила подготовки и проведения деловой беседы.
29. Типология конфликтных личностей и способы общения с ними.
30. Этикет и имидж делового человека.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете*(в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ФТД.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Управление персоналом	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т. А.	Осипов П.А.
(Фамилия И. О.)	*(Фамилия И. О.)*
Протокол № 1от 07.09.2022	Протокол № 1 от 13.09.2022
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитияисследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентовonline и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можновыделить следующиеэтапы:

- ознакомление студентовс текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.

---

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;

- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указанияпо подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются дляосвещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременностьи эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использованиедополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на

то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена,

проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильнаяорганизация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf