МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
по самостоятельной работе

Б1.О.30 ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Год набора: 2025

Автор: Стариков В. С., канд. техн. наук, доцент

Одобрена на заседании кафедры

Электрификации горных предприятий
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Садовников М. Е.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.09.2024
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-механический
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00899356C4B8E7194321D0149160B2398C
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 26.06.2024 до 19.09.2025

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение…….3

2. Тематический план дисциплины……..... 5

3. Указания по выполнению контрольной работы…….. 6

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

1. 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 отчётности, рекомендации по выполнению СРС.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности процесса обучения по основной образовательной программе путём 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 зачётам, 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, расчётно-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 углублённого 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.

Серьёзная организованная работа по подготовке к семинарским занятиям, написанию письменных работ значительно облегчит подготовку к экзаменам и зачётам. При подготовке к зачёту, 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, снабжённый выводами. Как правило, она выполняется студентами, обучающимися по заочной форме обучения. Написание её 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.

Расчётно-графическая работа (РГР) содержит задание на выполнение законченного инженерного расчёта 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

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	4	-	-		10
2.	Электроприемники и электрические нагрузки горных предприятий	6	-	4		12
3.	Электрические сети системы электроснабжения горных предприятий	8	-	4		16
4.	Основы электробезопасности при эксплуатации электроустановок горных предприятий	6	-	4		15
5.	Электрооборудование горных предприятий	8	-	4		16
6.	Подготовка к экзамену	-	-	-		27
	ИТОГО	**32**	-	**16**		**96**

Для студентов заочной формы обучения:

№	Тема, раздел	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Практическая подготовка	Самостоятельная работа
		лекции	практич. занятия и др. фомы	лаборат. занятия		

1.	Общие сведения о системах электроснабжения горных предприятий	1	-	-		15
2.	Электроприемники и электрические нагрузки горных предприятий	1	-	-		27
3.	Электрические сети системы электроснабжения горных предприятий	2	-	-		27
4.	Основы электробезопасности при эксплуатации электроустановок горных предприятий	2	3	-		25
5.	Электрооборудование горных предприятий	2	3	-		27
6.	Подготовка к экзамену	-	-	-		9
	ИТОГО	**8**	**6**			**130**

3. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа предназначена для закрепления теоретического материла, приобретения навыков выполнения электротехнических расчётов 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 расчётами 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 расчёт 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 расчёт воздушных и кабельных ЛЭП карьера;
6. произвести расчёт защитного заземления электроустановок карьера.

Расчёт электрических нагрузок рекомендуется проводить по установленной мощности и коэффициенту спроса. Результаты расчётов следует представить в виде таблицы – формуляра электрических нагрузок. При составлении формуляра электрических нагрузок все электроприёмники 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 расчётным 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 расчётной нагрузки, и категории электроприёмников. При наличии на карьере электроприёмников 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 учётом их перегрузочной способности и требований по резервированию [4]. По величине расчётной 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. Расчётная мощность может быть определена по соответствующим выражениям, приведённым в [4].

Мощность силового трансформатора ПКТП для питания бурового станка определяется по суммарной установленной мощности электроприёмников бурового станка с учётом группового коэффициента спроса, величина которого зависит от количества электроприёмников в группе и может быть определена по соответствующим выражениям, приведённым 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 расчёте 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 расчёте 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 расчёта воздушных и кабельных ЛЭП карьеров приведены в [4].

При расчёте защитного заземления электроустановок карьера необходимо определить тип и количество электродов центрального заземлителя, и сечение заземляющих проводников. Расчёт производится для наиболее удалённого от центрального заземлителя электроприёмника карьера. Центральный заземлитель сооружается, как правило, на борту карьера вблизи от ГПП. Методика расчёта защитного заземления электроустановок карьеров изложена в [4].

На основании проведённых расчётов 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. Графики электрических нагрузок, их основные показатели.
9. Расчет электрических нагрузок. Методы расчета. Определение расчетных электрических нагрузок методом коэффициента спроса.
10. Картограмма электрических нагрузок. Определение месторасположения символического центра электрических нагрузок.
11. Выбор силовых трансформаторов ГПП и ПКТП.
12. Устройство воздушных и кабельных линий электропередачи.
13. Расчет электрических сетей: выбор сечений проводов воздушных ЛЭП, выбор марки и сечения проводников кабельных ЛЭП.
14. Причины и виды коротких замыканий. Процесс протекания короткого замыкания.
15. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением до и выше 1000 В.
16. Особенности использования электроэнергии на предприятиях с открытыми горными работами.
17. Особенности использования электроэнергии на предприятиях с подземными горными работами.
18. Особенности использования электроэнергии на обогатительных фабриках.
19. Классификация производственных помещений в отношении опасности поражения электрическим током.
20. Действие электрического тока на человека. Ощутимый ток. Неотпускающий ток. Фибрилляционный ток.
21. Виды поражений электрическим током.
22. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током.

23. Общие требования ПУЭ к безопасному устройству электроустановок. Меры защиты от прямого прикосновения.
24. Общие требования ПУЭ к безопасному устройству электроустановок. Меры защиты при косвенном прикосновении.
25. Режимы нейтрали электрических сетей. Понятия и определения.
26. Анализ безопасности в электрических сетях с изолированной нейтралью. Достоинства и недостатки электрических сетей с изолированной нейтралью.
27. Анализ безопасности в электрических сетях с глухозаземленной нейтралью. Достоинства и недостатки электрических сетей с глухозаземленной нейтралью.
28. Компенсация емкостной составляющей токов утечки в сетях напряжением ниже 1000 В.
29. Защитное отключение. Назначение, область применения, требования ПБ к устройствам защитного отключения и к их эксплуатации.
30. Контроль изоляции в сетях напряжением до 1000 В. Достоинства и недостатки схем контроля.
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. Устройство сети заземления электроустановок на открытых горных работах.
35. Устройство сети заземления электроустановок на подземных горных работах.
36. Зануление электроустановок: назначение, область применения, принцип действия, требования ПУЭ к занулению электроустановок
37. Расчет заземляющих устройств. Цель и порядок расчета.
38. Электрические параметры заземляющих устройств: сопротивление заземляющего устройства, напряжение прикосновения, напряжение шага.
39. Защитное отключение: назначение, область применения, техническая реализация, требования ПУЭ к устройствам защитного отключения.
40. Расчет заземляющих устройств. Цель и порядок расчета.
41. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках напряжением до и выше 1000 В.
42. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках напряжением до и выше 1000 В.
43. Освобождение пострадавшего от токоведущих частей электроустановок.
44. Первая доврачебная помощь пострадавшему от электрического тока.
45. Электрооборудование трансформаторных подстанций (силовые трансформаторы, выключатели, разъединители, отделители и короткозамыкатели, предохранители, измерительные трансформаторы, ограничители перенапряжений и пр.).
46. Аппаратура управления и защиты напряжением до 1000 В (автоматический фидерный выключатель; магнитные пускатели; предохранители; тепловые реле и т.п.)
47. Выбор электрических аппаратов распределительных устройств напряжением до и выше 1000 В.
48. Основные светотехнические характеристики источников света.

49. Рудничные осветительные приборы. Люминесцентные лампы. Стартерная схема зажигания люминесцентных ламп.
50. Рудничные осветительные приборы. Дуговая ртутная лампа типа ДРЛ. Схема зажигания лампы ДРЛ.
51. Дуговая ксеноновая лампа типа ДКсТ. Схема зажигания лампы ДКсТ-20000.
52. Коэффициент мощности электроустановок: понятие, последствия низкого коэффициента мощности, способы повышения (естественные и искусственные).
53. Тарификация электроэнергии. Виды тарифов для промышленных предприятий. Скидки и надбавки к тарифам.
54. Удельный расход электроэнергии. Понятие, виды удельных норм.
55. Электровооружённость 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. Чеботаев Н. И. Электрификация горного производства. Часть 1. Безопасность при эксплуатации электротехнических устройств горного производства: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МГГУ, 2006. – 138 с.
4. 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., Горячих Ю. А. Электроснабжение карьера: Учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы инженера (ВКРИ) для студентов специальности 21.05.04–«Горное дело» специализации «Горные машины и оборудование» (ГМО). – 3-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург, Изд-во УГГУ, 2019. – 42 с.
5. Бекетов В. Ф. Методические разработки по лабораторным работам по электрооборудованию для студентов неэлектрических специальностей. Часть 2. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2000.

Рис.1 Схема электроснабжения карьера



Варианты заданий к контрольной работе

Таблица 1

№ варианта	Тип экскаватора			Тип бур. станка	Мощность двигателя-насоса, кВт	Мощность лампы ДКсТ, кВт	Протяжённость 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
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

№ варианта	Тип экскаватора			Тип бур. станка	Мощность двигателя-насоса, кВт	Мощность лампы ДКсТ, кВт	Протяжённость ВЛ, км		
	Эк-р 1	Эк-р 2	Эк-р 3				ВЛ-1	ВЛ-2	ВЛ-3
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
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

№ варианта	Тип экскаватора			Тип бур. станка	Мощность двигателя-насоса, кВт	Мощность лампы ДКсТ, кВт	Протяжённость ВЛ, км		
	Эк-р 1	Эк-р 2	Эк-р 3				ВЛ-1	ВЛ-2	ВЛ-3
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

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
2022.

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 сетей	**3**	**8**	

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 вблизи 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

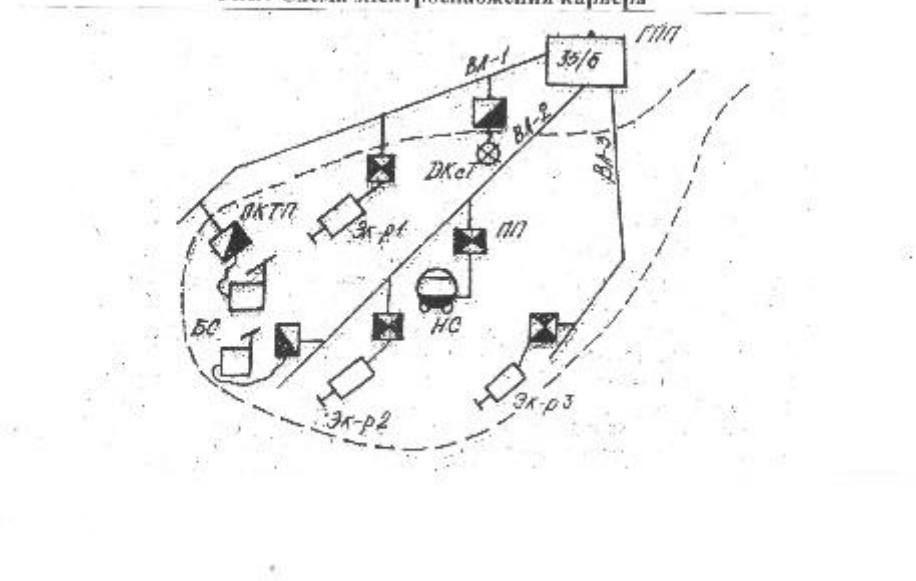
2. Электрификация горного производства: Учебник для вузов: В 2 т. / Под ред. Л. А. Пучкова и Г. Г. Пивняка. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2007. – Т.1. – 511 с.
3. Электропривод и электрификация приисков: Учебник для вузов / Г. А. Багаутинов, Ю. А. Марков, А. П. Маругин, 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)	Мощность дв-ля насоса (НС), кВт	Мощность 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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.31 АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Автор: Лядский В. Л., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Автоматики и компьютерных технологий	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Бочков В.С.	Осипов П.А..
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 19.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

При изучении дисциплины Б1.О.31 «Автоматизация горных работ» обучающиеся должны знать, какие процессы управления технологическими машинами и комплексами автоматизированы и как построены соответствующие системы автоматизации.

Цель зачета: проверка приобретенных студентами навыков анализа систем автоматизации, оптимальных значений параметров объектов управления технологическими машинами.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

При самостоятельной работе обучающимся особое внимание необходимо обратить на терминологию, принятую при классификации технических средств автоматизации, виды датчиков и средств измерения, основные понятия проектирования систем автоматизации технологических машин, понимание и грамотное чтение схем автоматизации в соответствии с ГОСТ 221-208 и ГОСТ21-408, ГОСТ 21.101-2020, а также уровни управления. При подготовке к зачету обучающимся необходимо изучить примеры, рассмотренные на лекциях и практических занятиях, а также рекомендуемую учебную литературу.

2. ЗАДАНИЯ К ЗАЧЕТУ

При планировании зачета обучающимся выдают индивидуальные задания, в которых необходимо рассмотреть следующие элементы автоматизации технологических машин:

- датчики уровня давления, расхода, температуры, вибрации,
- устройства плавного пуска,
- устройства защитного отключения, контроля частоты вращения привода, натяжения каната,
- аппараты задания и контроля (АЗК), контроля скоростей и ускорений подъема сосудов, контроля давления в тормозных системах; контроля положения подъемных сосудов в стволе, контроля высоты переподъема сосудов,
- устройства противоаварийной защиты (ПАЗ).

Предлагаемые теоретические вопросы соответствуют заложенным в рабочей программе дисциплине компетенциям и предусматривают развернутый письменный ответ (приводятся ниже).

Вопросы для подготовки к зачету

1. Высшей ступенью механизации производственных процессов, называется…
2. Техническое устройство, выполняющее операции управления без непосредственного участия человека, называется …
3. Совокупность действий, направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта без непосредственного участия человека в соответствии с заданной целью управления - это …
4. Создание условий, гарантирующих требуемое протекание любого процесса, называется …
5. Машина, аппарат, агрегат, комплекс машин или система, в которых протекает процесс, подлежащий управлению, называются …
6. Воздействие, подаваемое на объект с целью изменить ход процесса в соответствии с заданием, называется…

7. Совокупность автоматического управляющего устройства и объекта управления, связанных и взаимодействующих между собой в соответствии с алгоритмом управления, называют …

8. Элемент блок-схемы, реализующий простейшую операцию и характеризующийся математическим выражением, называется…звеном.

9. Схема, в которой элементарные звенья, обозначенные буквами, соответствующими названиям отдельных электрических устройств, рассматривают с точки зрения динамики системы и описывают математическими уравнениями, называется…

10. Математические (алгебраические, дифференциальные, интегральные) уравнения в теории автоматического управления называются…

11. Схема с обозначением составных звеньев (блоков) по роду выполняемых функций, называется …

12. Схема с обозначением составных звеньев (блоков) по роду выполняемых функций, называется …

13. Физическая величина, характеризующая состояние объекта – это…

14. …вырабатывается в управляющем устройстве в соответствии с алгоритмом управления в зависимости от истинного и предписанного значений управляемой величины.

15. Значение управляемой величины, которое следует поддерживать в данный момент времени для правильного протекания техпроцесса, называют …

16. Фактическое значение управляющей величины называется …

17. Разницу между заданным и действительными значениями называют …

18. Совокупность потоков энергии или вещества, поступающих в объект управления или выходящих из него, возмущающие и управляющие воздействия, а также регулируемые параметрами – это…

19. .. . Физико-химические величины, характеризующие состояние технологического процесса в объекте управления - это…

20. Технологический параметр, значением которого управляют с помощью специальных технических средств, называется …

21. Блочно-модульный принцип построения приборов и устройств позволяет

22. В зависимости от вида вспомогательной энергии, используемой в приборах и средствах автоматизации, их подразделяют на:

23. Система, алгоритм функционирования которой содержит предписание поддерживать значение управляемой величины постоянным, называется…

24. Система, алгоритм функционирования которой содержит предписание изменять управляемую величину в соответствии с заранее заданной функцией времени, называется…

25. Система, алгоритм функционирования которой содержит предписание изменять управляемую величину в соответствии с заранее неизвестной функцией времени, называется …

26. Совокупность автоматического управляющего устройства и объекта управления, связанных и взаимодействующих между собой в соответствии с алгоритмом управления, называют …

27. Управляющее устройство, осуществляющее регулирование, называется …

28. Управление, осуществляемое с целью обеспечения равенства или близости управляемой величины x(t) к ее заданному значению $x_з(t)$, называется…

29. Система, в которой не осуществляется контроль управляемой величины, т.е. входными воздействиями ее управляющего устройства являются только внешние (задающее и возмущающее) воздействия называется …

30. Система, в которой входными воздействиями ее управляющего устройства являются как внешнее (задающее), так и внутреннее (контрольное) воздействия, называется…

31. Система, в которой входными воздействиями ее управляющего устройства являются как внешние (задающее и возмущающее), так и внутреннее (контрольное) воздействия, называется…

32. Автоматическая система управления, в которой действуют аналоговые, определенные в каждый момент времени сигналы, называется …

33. Автоматическая система управления, в которой действует хотя бы один цифровой, определенный только в некоторые моменты времени сигнал, называется …

34. Измерение напряжения и силы тока вольтметрами и амперметрами называется ...

35. Наибольшую точность измерений физической величины обеспечивает метод сравнения с мерой, который называется ...

36. Измерения отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, ши измерения изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную, являются

37. По способу нахождения числового значения физической величины измерения подразделяются на прямые, косвенные ...

38. Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем, называется измерительным(ой) ...

39. Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью, называется ...

40. Свойство, определяемое отношением изменения выходного сигнала прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины, называется ...

41. Схема автоматизации может быть выполнена разными способами:

42. в прямоугольнике, упрощённо изображающем технологический процесс;

43. При развёрнутом способе изображения схем автоматизации элементы систем в условных изображениях наносят:

44. Позиционные обозначения элементов систем на схеме автоматизации представляют:

45. Что должно быть на линиях связи входящих и выходящих из прямоугольника в нижней части поля чертежа системы автоматизации и изображающего принятую структуру технических средств:

46. Какая основная функция производственного или технологического процесса необходима для управление процессом сбора, переработки информации о ходе процесса и выработки команд для его корректировки?

47. Совокупность производственных участков – это …

48. Труд, преимущественно связанный с использованием мускульных усилий человека и который характеризуется повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы, обеспечивающие деятельность организма человека, называют…

49. Труд, связанный с использованием интеллектуальных возможностей человеческого организма и который характеризуется повышенной нагрузкой на головной мозг, центральную нервную систему, органы чувств, называют…

50. Применение энергии неживой природы в труде, обеспечивающее исключение людей из его выполнения или облегчение их труда при сохранении за ними управление этим процессом – это …

51. Применение энергии неживой природы в процессе труда, обеспечивающее исключение участия людей в выполнении процесса и управление им – это …

52. Операция визуального контроля невооруженным взглядом – это …

53.Операция сверления электродрелью является – это …

54. Расшифруйте общепринятое международное обозначение автоматизированной системы ERP

55. Расшифруйте общепринятое международное обозначение автоматизированной системы CAD

56. Расшифруйте общепринятое международное обозначение автоматизированной системы MES

57. Расшифруйте общепринятое международное обозначение автоматизированной системы SCADA

58. Расшифруйте общепринятое международное обозначение автоматизированной системы PLM

59. Как называют совокупность документов, описывающих технологию функционирования автоматизированной системы, методы выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов при работе системы?

60. Как называют совокупность всех технических средств, используемых при функционировании автоматизированной системы?

61. Как называют совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, примененных в автоматизированной системы?

62. Как называют совокупность программ на носителях данных и программных документов, предназначенная для отладки, функционирования и проверки работоспособности автоматизированной системы?

63. Как называют совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объемам, размещению и формам существования информации, применяемой в автоматизированной системе при ее функционировании?

64. Как называют совокупность средств и правил для формализации естественного языка, используемых при общении пользователей и эксплуатационного персонала автоматизированной системы с комплексом средств автоматизации при её функционировании?

65. Как называют совокупность правовых норм, регламентирующих правовые отношения при функционировании автоматизированной системы и юридический статус результатов ее функционирования?

66. Как называют совокупность реализованных решений в автоматизированной системы по согласованию психологических, психофизиологических, антропометрических, физиологических характеристик и возможностей её пользователей с техническими характеристиками комплекса средств автоматизации и параметрами рабочей среды на рабочих местах персонала автоматизированной системы?

67. Свойство автоматизированной системы, характеризуемое степенью достижения целей, поставленных при ее создании, называют …

68. Комплексное свойство двух и более автоматизированных систем, характеризуемое их способностью взаимодействовать при функционировании, называют …

69. Комплексное свойство автоматизированной системы, сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность автоматизированной системы выполнять свои функции в заданных режимах и условиях эксплуатации, называют …

70. Способность автоматизированной системы изменяться для сохранения своих эксплуатационных показателей в заданных пределах при изменениях внешней среду, называют …

71. Свойство автоматизированной системы, характеризуемое способностью выполнять установленный объем функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах, называют …

72. Свойство автоматизированной системы, характеризуемое способностью выполнять свои функции в условиях воздействия помех, называют …

73. Как достигается сокращение номенклатуры средств автоматизации?

74. Конструктивная совместимость изделий предусматривает…

75. АСУ ТП, комплектуемые из приборов электрической ветви, имеют преимущества**…**

76. В качестве аналоговых сигналов выбирают

77. Дискретные сигналы делят на две группы …

78. Автоматическое управление исполнительным устройством технологического оборудования по заранее введенной управляющей программе, называют …

79. Управление исполнительным устройством технологического оборудования, при котором осуществляется программирование последовательности выполнения его движения, называют …

80. Управление исполнительным устройством технологического оборудования, при котором движение его рабочего органа происходит по заданным точкам без контроля траектории движения между ними, называют …

81. Управление исполнительным устройством технологического оборудования, при котором движение его рабочего органа происходит по заданной траектории с установленным распределением во времени значений скорости, называют …

82. Управление исполнительным устройством технологического оборудования с автоматическим изменением управляющей программы в функции от контролируемых параметров состояния внешней среды, называют …

83. Управляющую систему, часть функций которой, главным образом функцию принятия решений, выполняет человек-оператор, называют …

84. Воздействие на объект управление, предназначенное для достижения цели управление, называют …

85. Воздействие на управляющий объект, предназначенное для изменения цели управление, называют …

86. Характеристика (координата) объекта управление, значения которой зависят от управляющих воздействий и показывают степень достижения цели управление, называют …

87. Объект, для достижения желаемых результатов функционирования которого необходимы и допустимы специально организованные воздействия, называют …

88. Объект, предназначенный для осуществления управление, называют …

89. Первичный преобразователь, в котором изменения значений выходного воздействия или сигнала с заданной точностью соответствуют изменениям значений входного воздействия или сигнала, называют …

90. Первичный преобразователь, в котором изменения значений выходного воздействия или сигнала происходят дискретно, когда значения входного воздействия или сигнала достигают заранее заданных значений, называют …

91. Управляющее устройство, осуществляющее автоматическое управление посредством аппаратурной реализацией алгоритмов управление, называют …

92. Управляющее устройство, осуществляющее автоматическое управление посредством программной реализации алгоритмов управление, называют …

93. Проектно-компонуемые комплекты чертежей систем автоматизации определяются:

94. Документ Заказчика определяющий порядок проектирования.

95. Общие требования к разработке чертежей определены в:

96. Какие стадии проектирования:

97. Содержание и характеристика проектной документации по системам автоматизации определяются в:

98. Чертежи определяющие подключение оборудования и элементы технических средств автоматизации

99. Чертежи, определяющие состав щитов и пультов.

100. Где определен порядок выполнения элементов схем автоматизации. (Условные графические обозначения элементов схем и буквенно-цифровые):

3. ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 21.208.2013

2. ГОСТ21.408.2013

3. Лукас В. А. Теория управления техническими системами [Текст]: учеб, пособие для вузов. - 4-е издание, исправленное. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. - 667 с.: ил.216.

4. Лапин Э. С. Управление общепромышленными объектами. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009

5. Бабенко А. Г. Цифровые системы управления [Текст]: учебное пособие. Екатеринбург пособие: Изд-во УГГУ, 2005

6. Гагарина Л. А., Епифанов Т. В. Основы метрологии, стандартизации и сертификации. М.: Форум ИНФРА-М, 2005.

7. Ганенко А. П., Лапсарь М. И. Оформление текстовых и графических материалов: требования ЕСКД. М.: Академия, 2005.

8. Гончаров А. А., Копылов В. Д. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Академия, 2006.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

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: **2025**

Автор: Потапов В. В., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры

Горного дела
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Валиев Н.Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 19.09.2024
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Горно-механического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 18.10.2024
(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 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 «*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

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.32.03 СТРОИТЕЛЬНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Горные машины и оборудование

Екатеринбург

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.

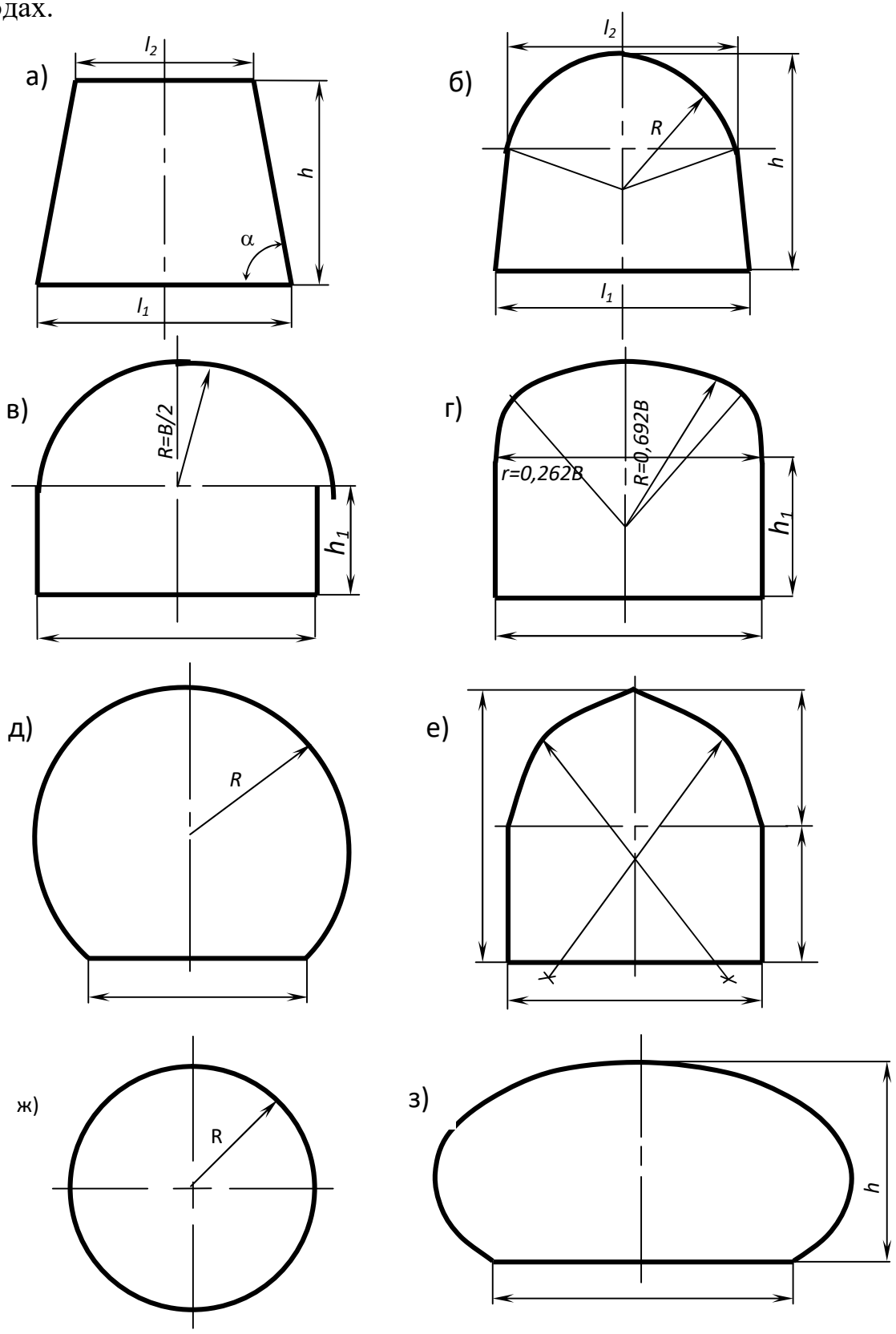


Рис. 1.1. Формы поперечного сечения выработок:

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР
_____В.В. Зубов

Методическое пособие к самостоятельной работе и выполнению контрольных работ

Б1.О.32.03 СТРОИТЕЛЬНАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

Горные машины и оборудование

год набора: 2025

Автор: Канков Е.В., старший преподаватель

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Шахтного строительства	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	
Волков М.Н.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 26.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

1. Методические указания к организации самостоятельной работы студента 6

2. Содержание курса. Контрольные вопросы и упражнения 7

3. Контрольные работы 11

3.1. Контрольная работа №1. Определение размеров и выбор формы горной выработки 11

3.2. Контрольная работа №2. Определение объемов горнопроходче-ских (горностроительных) работ 12

3.3.Контрольная работа №3. Определение продолжительности выполнения основных горно-проходческих операций и составление графика цикличной организации работ 13

Рекомендуемая литература 14

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 отводится на самостоятельную работу студентов: очной формы - 89 часов, заочной – 155 часов.

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

Тема №1. Обобщенная классификация комплексов горных выработок и подземных сооружений.

Определения понятий «горная выработка», «комплекс горных выработок», «строительная геотехнология». Классификация комплексов горных выработок. (§ 9, С. 153-154).

Дополнительная литература: [2, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что понимается под комплексом горных выработок?
2. Что изучает научная дисциплина «строительная геотехнология»?
3. По каким признакам классифицируются горные комплексы, не связанные с добычей полезных ископаемых?

Тема №2. Городские подземные комплексы

Общие сведения о видах городских подземных комплексах (метрополитены, коллекторные сети и т.д.). Состав и структура городских подземных комплексов, нормативные требования, предъявляемые к ним. (§ 10, С. 154-265).

Дополнительная литература: [2, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. На какие группы делятся городские подземные?
2. Дайте определение тоннелю и развязке.
3. Перечислите основные элементы тоннеля.
4. По каким признакам классифицируются городские транспортные тоннели?
5. Какие существуют виды трассировок тоннелей?
6. Какие факторы формируют приток воды в городские подземные комплексы?
7. Перечислите способы гидроизоляции городских подземных комплексов?
8. Что понимается под вскрытием тоннелей? Какие существуют схемы вскрытия тоннелей?
9. Дайте определение «подземный гараж», «подземная парковка».
10. По каким признакам классифицируются подземные гаражи и автостоянки?

11. Какие требования предъявляют к системе вентиляции подземных гаражей и автостоянок?

12. Каким образом производится определение ширины пешеходных тоннелей и подуличных переходов?

13. Назовите способы перемещения пешеходов в подуличных переходах.

14. Дайте определение «коллектор» и «коллекторная сеть».

15. Назовите основные типы коллекторов.

16. Назовите системы канализации и способы транспортировки стоков.

17. Что называется метрополитеном? Назовите виды и основные характеристики метрополитена.

18. Перечислите состав метрополитена.

19. По каким параметрам определяются размеры станций метрополитена?

20. По каким признакам классифицируются станций метрополитена?

21. Опишите внутренние конструкции станций метрополитена.

22. По каким признакам разделяются тоннели метрополитена?

23. Опишите эскалаторные и лифтовые комплексы станций метрополитена. Какие из них по вашему мнению наиболее предпочтительней?

24. Какие вспомогательные службы обеспечивают безопасную эксплуатацию метрополитена?

25. Перечислите приоритетные направления комплексного использования городского подземного пространства.

26. Назовите группы городских подземных сооружений промышленного назначения.

Тема №3. Магистральные внегородские тоннели

Общие сведения о видах магистральных внегородских тоннелях. Классификация магистральные внегородские тоннели, нормативные требования, предъявляемые к ним. (§ 11, С. 265-274).

Дополнительная литература: [2, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Каково назначение магистральных внегородских тоннелей?

2. Для каких видов транспорта строят магистральные внегородские тоннели?

3. Перечислите основные отличия магистральных внегородских тоннелей от городских.

4. По каким норма проектируют железнодорожные тоннели?

5. Какие тоннели называются подводными? Какими способами может вестись их строительство?

Тема №4. Подземные энергетические комплексы Общие сведения о видах подземных энергетических комплексах. (§ 12, С. 274-281). ***Дополнительная литература:*** [2, 4]. ***Контрольные вопросы и упражнения:***

1. Какие существуют виды подземных энергетических комплексов?

2. Что является причиной подземного размещения энергетических комплексов?

3. Расшифруйте аббревиатуры ГАЭС, ВГАЭС и назовите назначение.

4. Назовите назначение и классификацию гидротехнических тоннелей?

Тема №5. Подземные склады и хранилища, заводы и оборонительные сооружения

Общие сведения о подземных складах и хранилищах, заводах и оборонительных сооружениях. Состав, структура и компоновочные решения. (§ 13, С. 282-289).

Дополнительная литература: [2, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Где могут быть размещены подземные склады и хранилища?

2. Какие условия необходимы для размещения отходов атомных электростанций?

3. Перечислите типы хранилищ для хранения нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов.

4. Какие элементы должны входить в состав подземных заводов?

5. Перечислите направления использования подземного пространства в оборонительных целях.

Тема №6. Способы строительства горнотехнических объектов

Общие сведения о способах строительства горнотехнических объектов. Технологические схемы проведения и строительства подземных вертикальных, горизонтальных и наклонных выработок. Специальные способы строительства

горных выработок. Основные и вспомогательные горнопроходческие процессы и операции. Горнопроходческие машины и оборудование. Общие сведения об организации горнопроходческих работ. (§ 20, 21, С. 409-516).

Дополнительная литература: [2-5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что называется способом строительства?
2. По каким признакам разделяются способы строительства горнотехнических объектов?
3. Что такое ПОС? Что в нем рассматривается?
4. Кто разрабатывает ПОС? Как определяется объем и состав ПОС?
5. Что такое ППР? Кто разрабатывает ППР?
6. Что называется циклом?
7. Что такое «уходка»? Каким образом она определяется?
8. Назовите основные способы разрушения горных пород.
9. Опишите схемы проветривания забоев при строительстве горных выработок.
10. Какие лесные материалы применяют для крепления горных выработок?
11. Что такое бетон, как он готовится, какие марки бетона существуют?
12. В каком виде для крепления применяется металл и сборный железобетон?
13. Какие существуют способы и схемы проходки вертикальных шахтных стволов?
14. Назовите основные операции проходческого цикла и опишите, как они осуществляются.
15. Какие виды крепи вертикальных шахтных стволов существуют и как ее возводят?
16. Что такое армировка ствола?
17. Назовите специальные способы проходки вертикальных шахтных стволов и условия, в которых они применяются.
18. Опишите способ применения забивной крепи.
19. Что такое опускная крепь?
20. Как осуществляется проходка вертикальных шахтных стволов с замораживанием пород?
21. Что такое тампонирование горных пород?
22. Как производится понижение уровня грунтовых вод при специальных способах проведения стволов?

23. Что такое углубка действующих вертикальных шахтных стволов?

24. Опишите способы углубки стволов сверху вниз.

25. Опишите способы углубки стволов снизу вверх.

26. Как определяются форма и размеры поперечного сечения квершлагов?

27. Из каких операций состоит проходческий цикл при проходке квершлагов?

28. Как производится уборка взорванной породы и какие погрузочные машины при этом используются?

29. Опишите основные виды деревянной, металлической и каменной крепей горизонтальных выработок.

30. Опишите способы проходки штреков по тонким пластам узким и широким забоем.

31. Опишите способы проходки восстающих выработок.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Порядок выполнения и оформления контрольной работы

1. Производят все указанные в задании вычисления.

2. В соответствии с заданием определяют параметры горной выработки.

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 расчетов 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 РАЗМЕРОВ И ВЫБОР ФОРМЫ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Цель работы – овладение методикой выбора формы и размеров горной выработки с учетом горно-геологический и горно-технологических факторов.

Определяемые в работе, размеры выработок определяются в соответствии существующим нормативным требованиями к проектированию подземных горных выработок.

Теоретическая основа дается в учебнике §1.1, 1.2 [5].

Методика работ

1. По исходным данным определяем основные параметры проектируемой горной выработки (удароопасность массива горных пород, срок службы горной выработки). По данным параметрам выбираем наиболее подходящую форму горной выработки.

2. По габаритам заданного оборудования и в соответствии с существующими требованиями к технологическим зазорам (основные требования приведены в §1.2 [5]) определяем минимальные размеры ваработки и определяем площадь выработки «в свету».

3. По формуле 1.1 [5] производим проверку полученной площадь выработки «в свету» на скорость движения воздуха. При не выполнении условия прозводим изменении принятых размеров.

Задание:

1. Определить минимальные размеры горизонтальной горной выработки, обеспечивающие размещение заданного подземного транспорта, а также движение требуемого количества воздуха по данной горной выработке.

Контрольная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ (ГОРНОСТРОИТЕЛЬНЫХ) РАБОТ

Цель работы – овладение методикой определения объѐмов работ, выполняемых при строительстве горных выработок буро-взрывным способом.

При определении объѐмов работ необходимо правильно выбирать значения различных коэффициентов (К.И.Ш., К.И.С., коэффициент разрыхления), зависящие от физико-механических свойств горных пород.

Теоретическая основа

§13 [5].

Методика эксперимента

1. Определить состав горно-проходческих работ выполняемых в цикле. При выборе необходимо учитывать технологию и время выполнения отдельных операций.

2. В зависимости от принятого состава работ выбрать методику определения объемов работ, которая зависит от вида работы и способа учѐта их производительности (единицы измерения).

3. Произвести подсчет объѐмов выполняемых работ.

Задание:

1. Определить необходимый состав горно-проходческих работ, необходимых для продвигания забоя горной выработки.
2. Определить численное значение объемов горно-проходческих работ.

Контрольная работа №3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГОРНО-ПРОХОДЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКА ЦИКЛИЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ

Цель работы – определить трудоемкость и продолжительность отдельных горно-проходческих операций и всего цикла в целом, необходимого численного состава звена для выполнения данных операций. На основании полученных данных произвести построение графика цикличной организации работ.

Определение трудоѐмкости горно-проходческих операций производится в соответствии с действующими нормами времени.

Теоретическая основа

§13 [5].

Методика эксперимента

1. Определяем максимально допустимую продолжительность цикла и принимаем продолжительность рассчитываемого цикла, которое не должно превышать максимально допустимое.

2. Определяем трудоемкость всех отдельных горно-проходческих операций, входящих в состав цикла, и суммарную трудоемкость цикла.

3. Рассчитываем требуемый численный состав звена, исходя из рассчитанной трудоемкости цикла и принятой его продолжительности.

4. Производим определение коэффициента переработки рабочих и определяем расчетное время выполнения каждой операции цикла.

5. Определяем продолжительность вспомогательных операций цикла и производим определение чистого времени выполнения каждой операции цикла.

6. Производим построение графика выполнения работ горнопроходческого цикла.

Задание:

1. Определить трудоемкость отдельных горно-проходческих операций и суммарную трудоемкость цикла.

2. Определить численный состав звена и продолжительность горнопроходческих операций цикла.

3. Построить циклограмму горно-проходческих работ.

Рекомендуемая литература

1. Половов Б.Д., Химич А.А., Валиев Н.Г. Основы горного дела: общие сведения и понятия горного дела. Подземная, открытая и строительная геотехнологии: учебник для вузов / Б. Д. Половов, А. А. Химич, Н. Г. Валиев; ФГБОУ ВПО «Урал. гос. горный ун-т». Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. 789 с.

2. Основы горного дела : учебное пособие / Б. Д. Половов ; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ. Ч. 2. - Екатеринбург : УГГУ, 2005. - 212 с.

3. Килячков А.П. Технология горного производства. – М.: Недра, 1992. – 414 с.

4. Покровский Н.М. Комплексы подземных горных выработок и сооружений. -М.: Недра, 1987. - 247 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.

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: 2019. – 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).

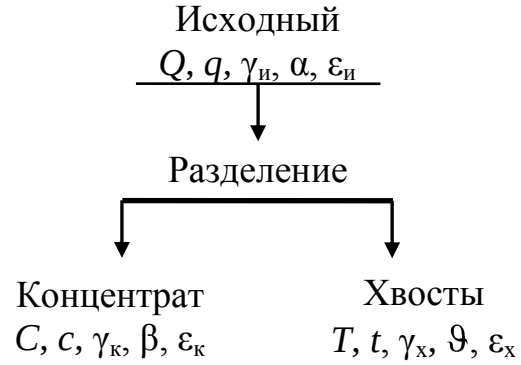


Рис. 1. К определению основных технологических показателей разделения

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.

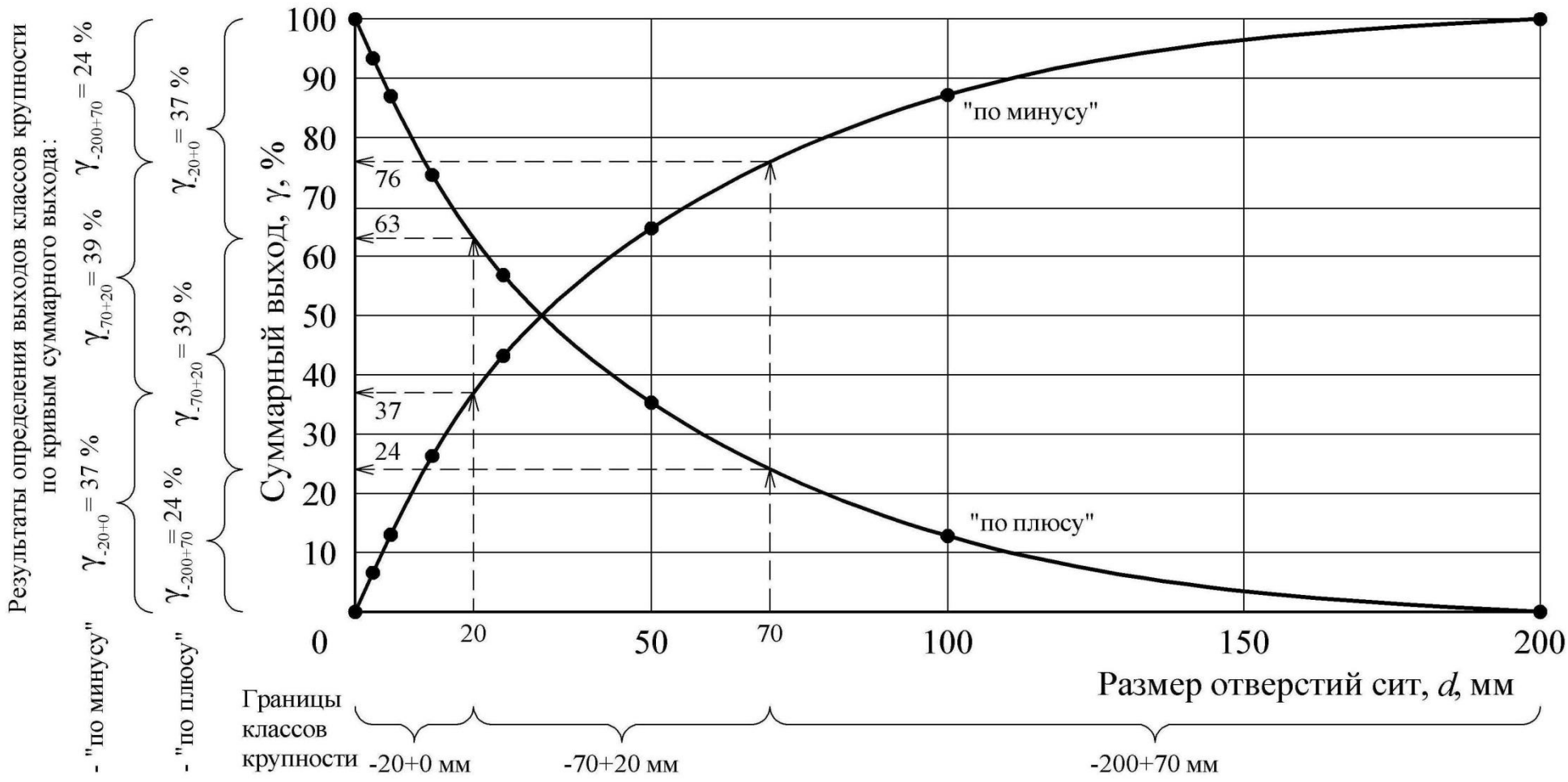


Рис. 2. Гранулометрическая характеристика продукта

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.

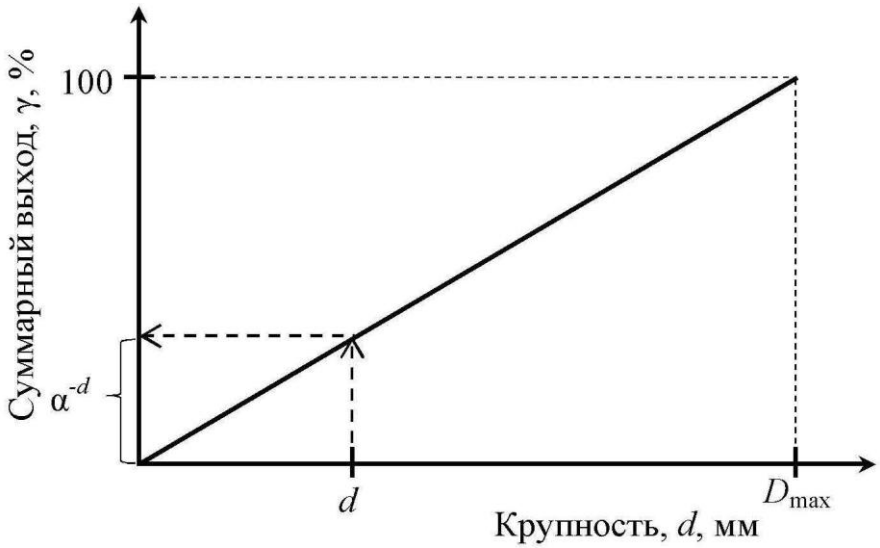


Рис. 3. К определению массовой доли нижнего класса в исходном материале:
***d* – размер отверстия сита; D_{max} – максимальная крупность исходного материала**

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).

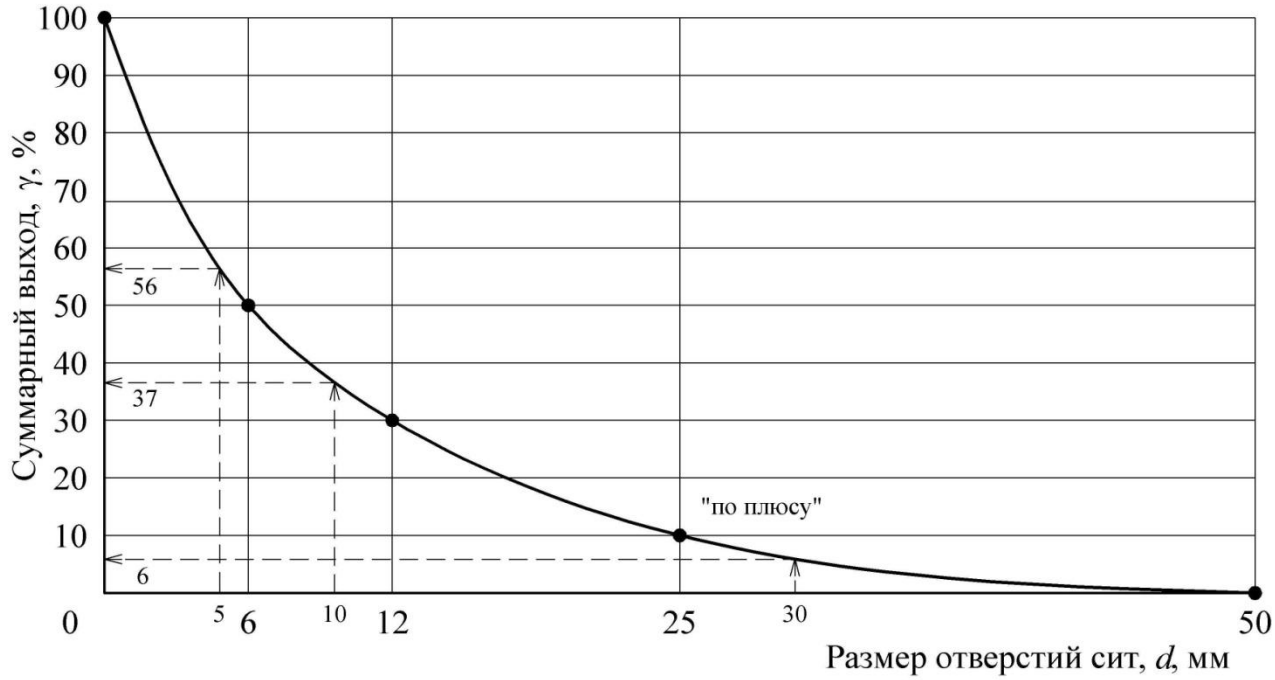


Рис. 4. Графическое решение

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).

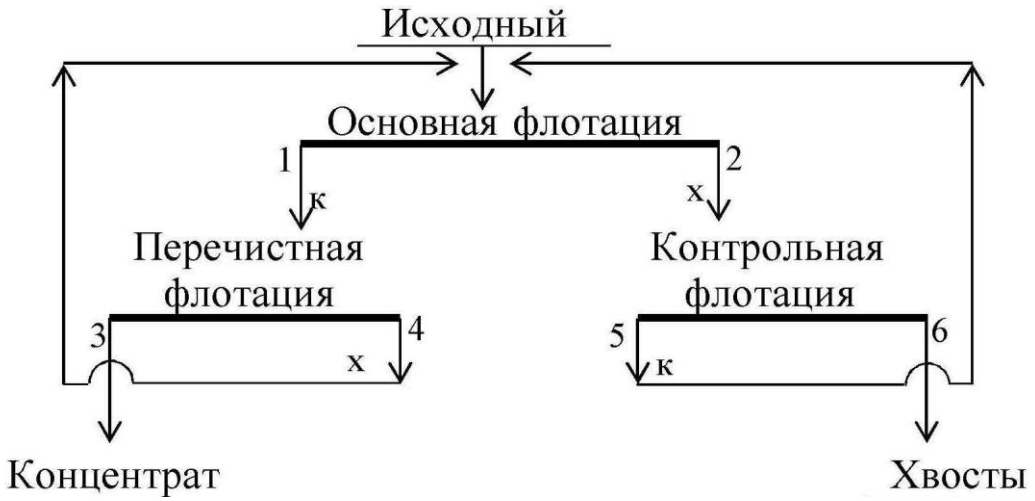


Рис. 5. Технологическая схема обогащения

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.

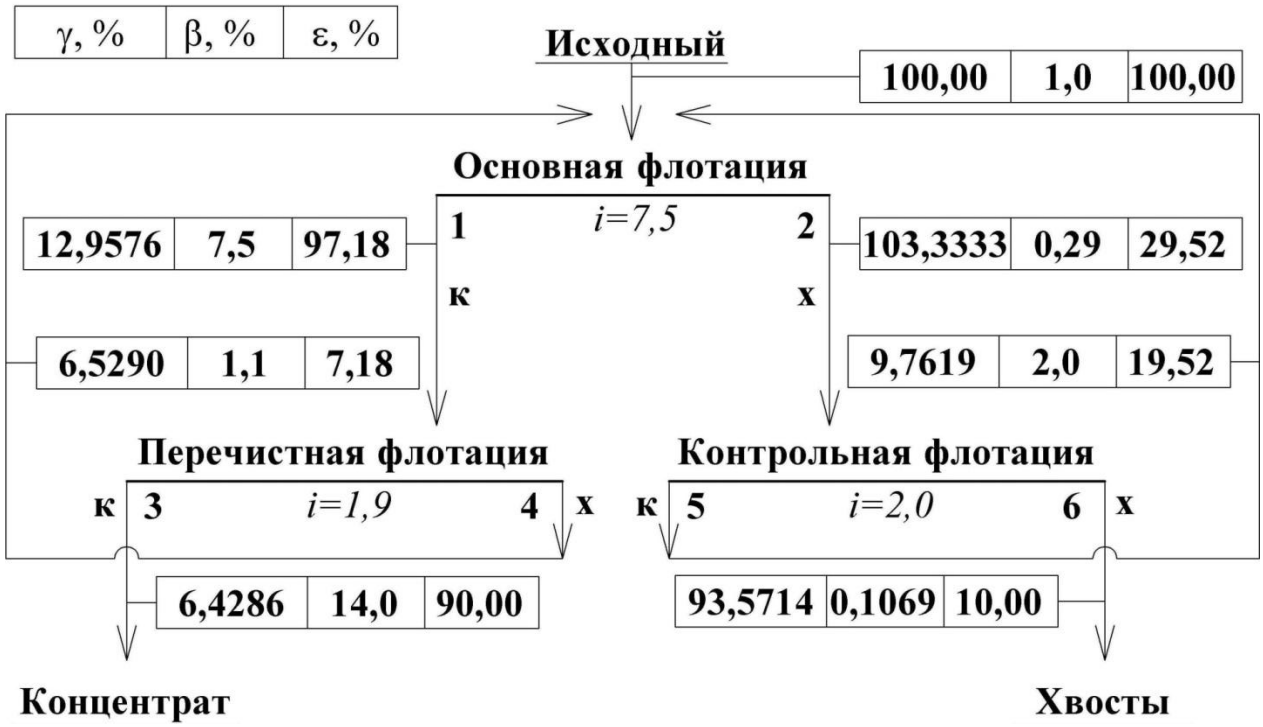


Рис. 6. Качественно-количественная схема обогащения

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

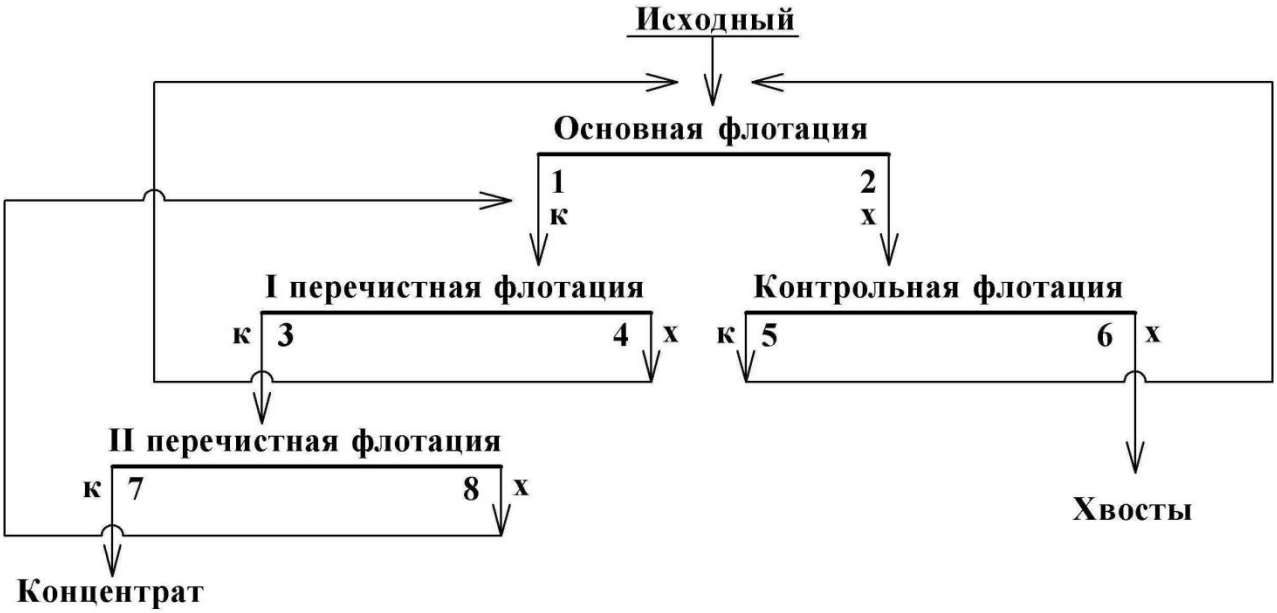


Схема № 2

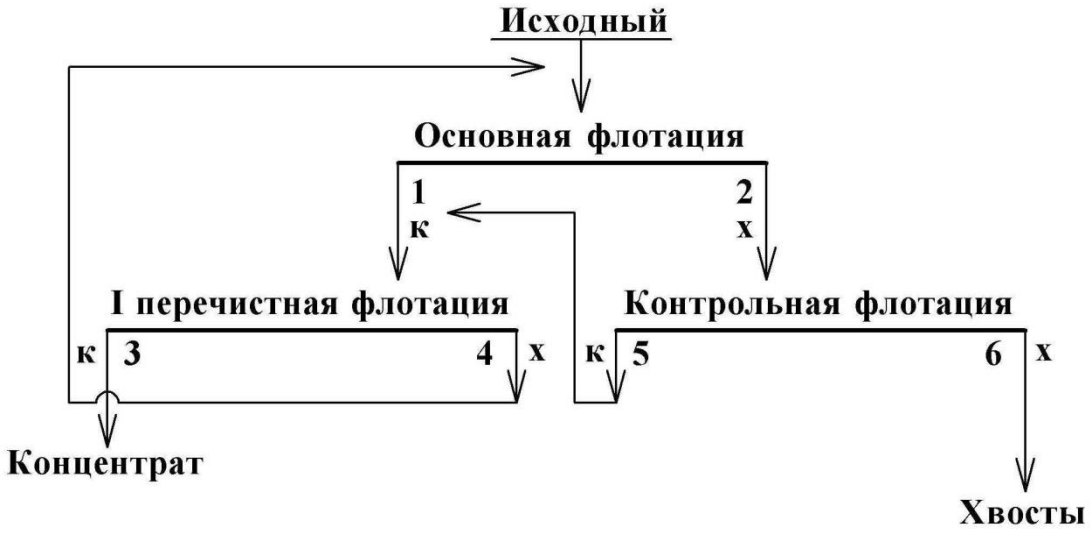


Схема № 3

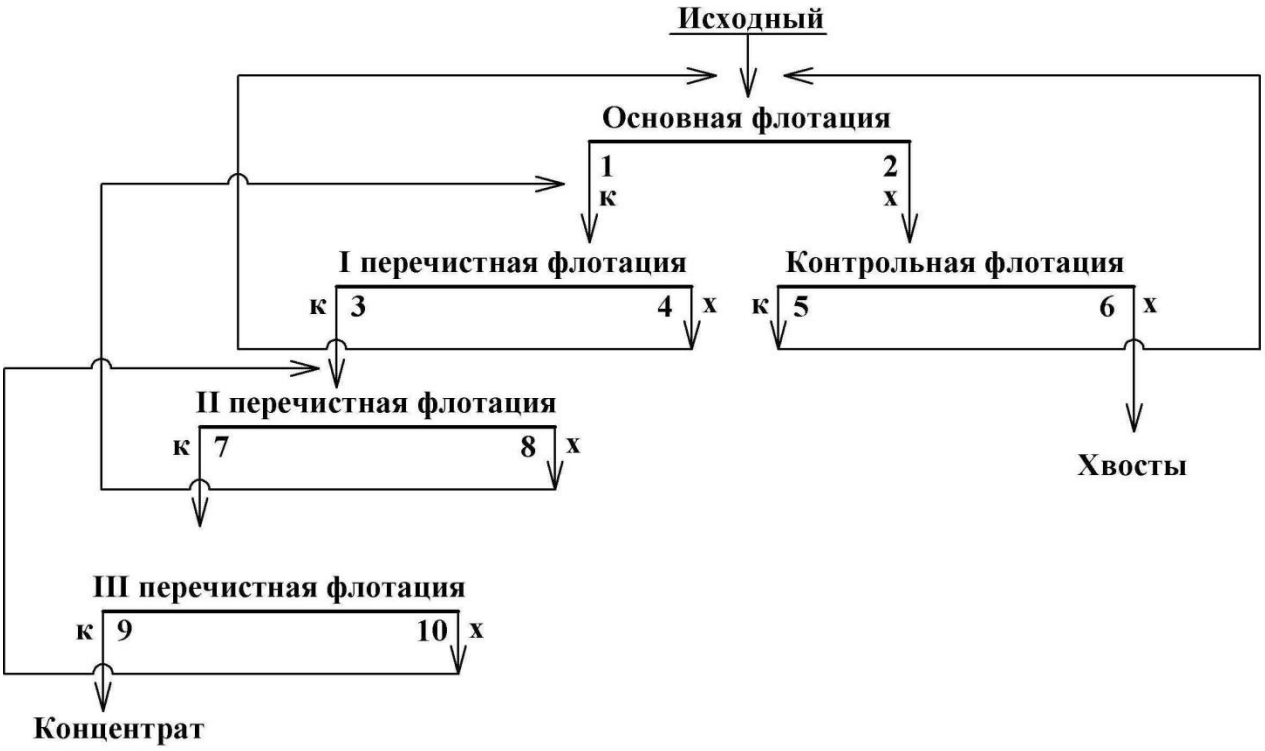


Схема № 4

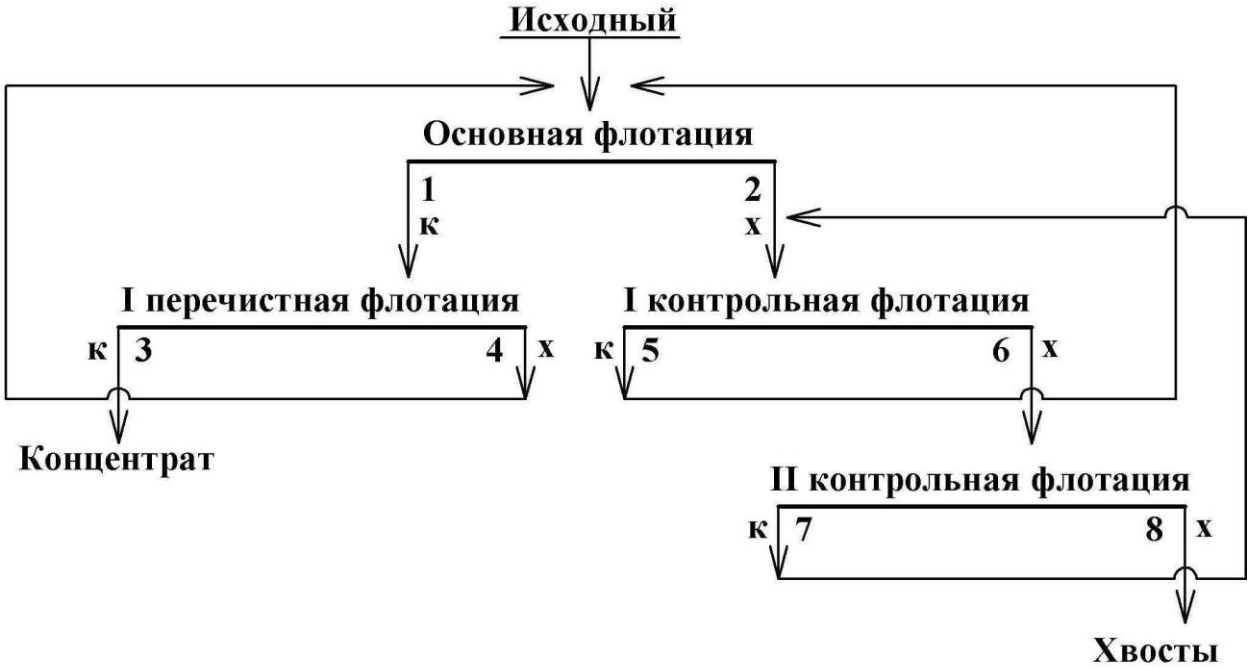


Схема № 5

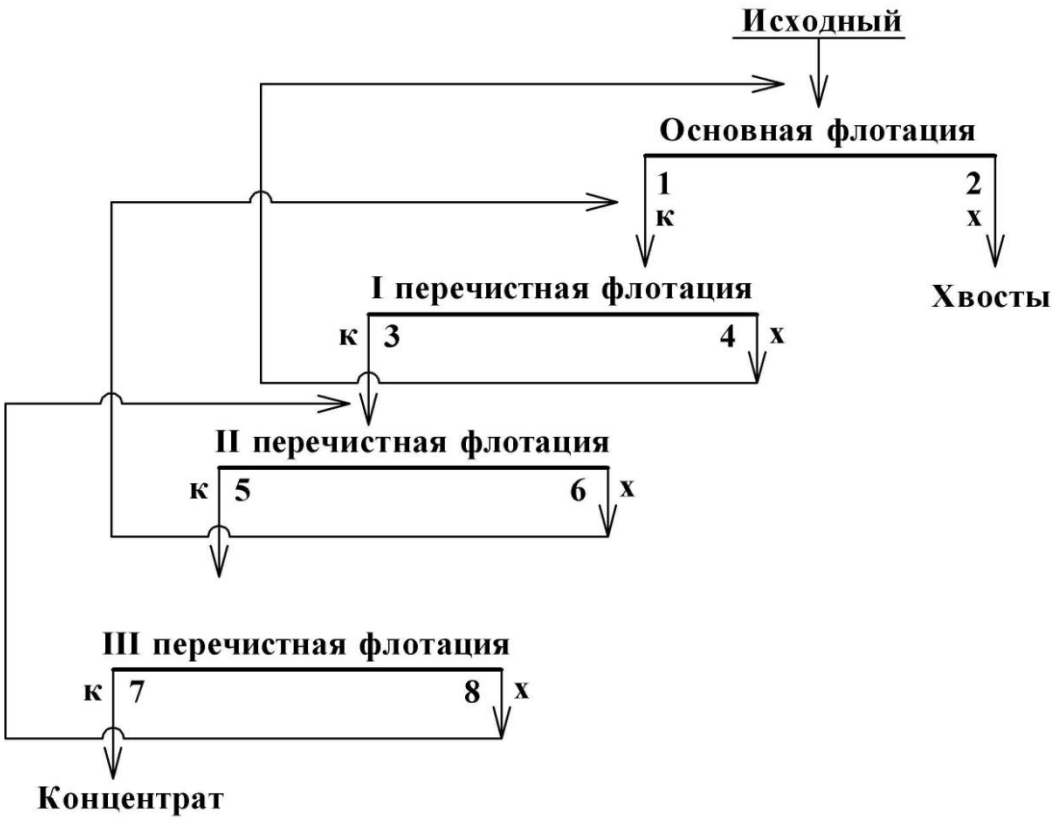


Схема № 6

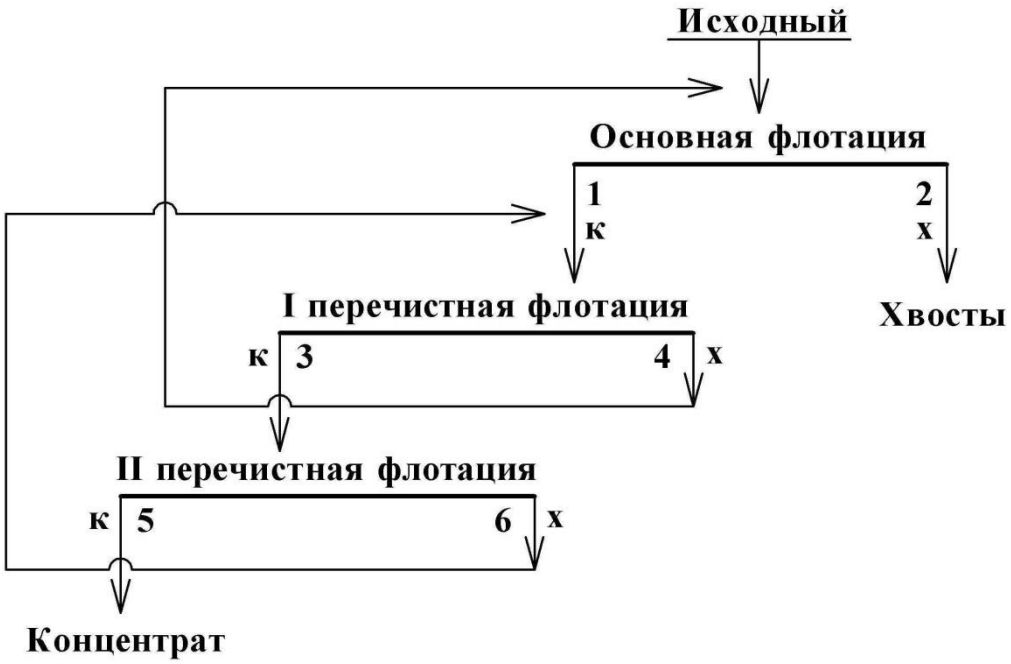


Схема № 7

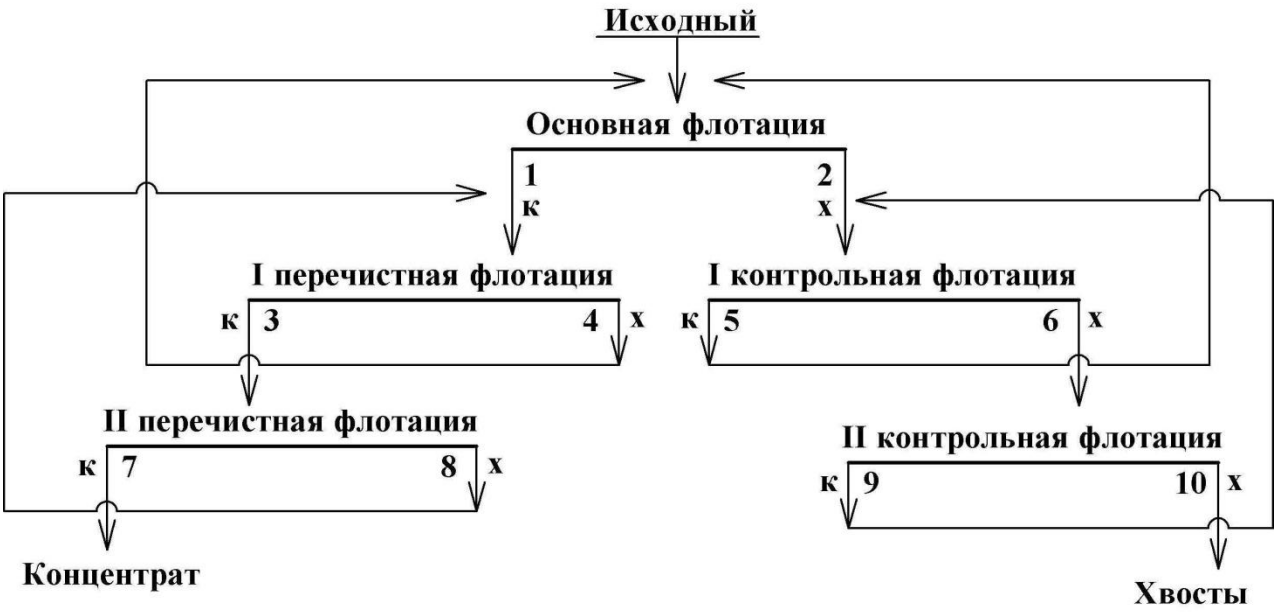


Схема № 8

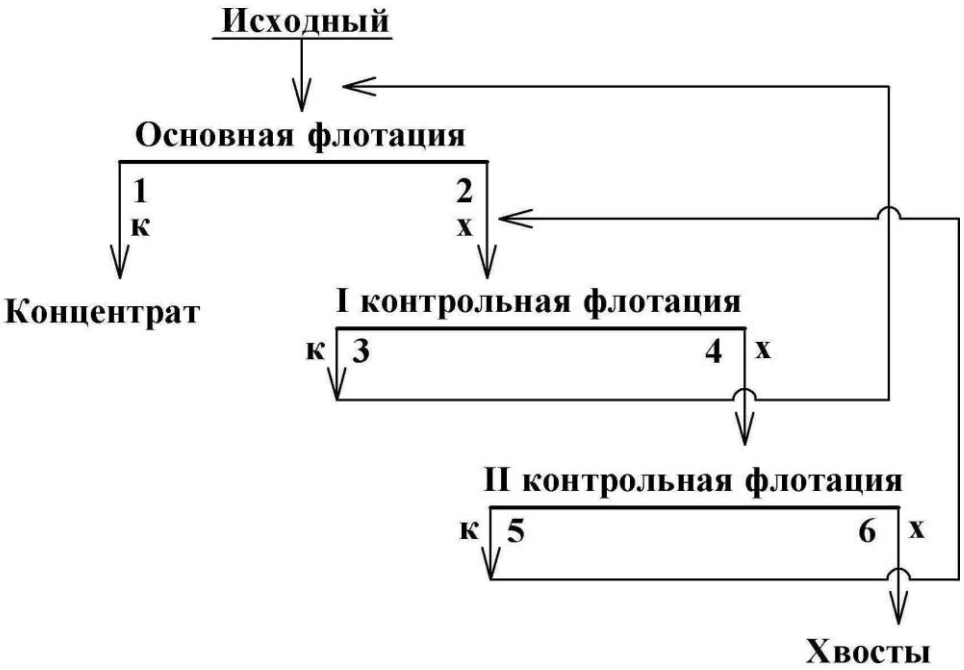
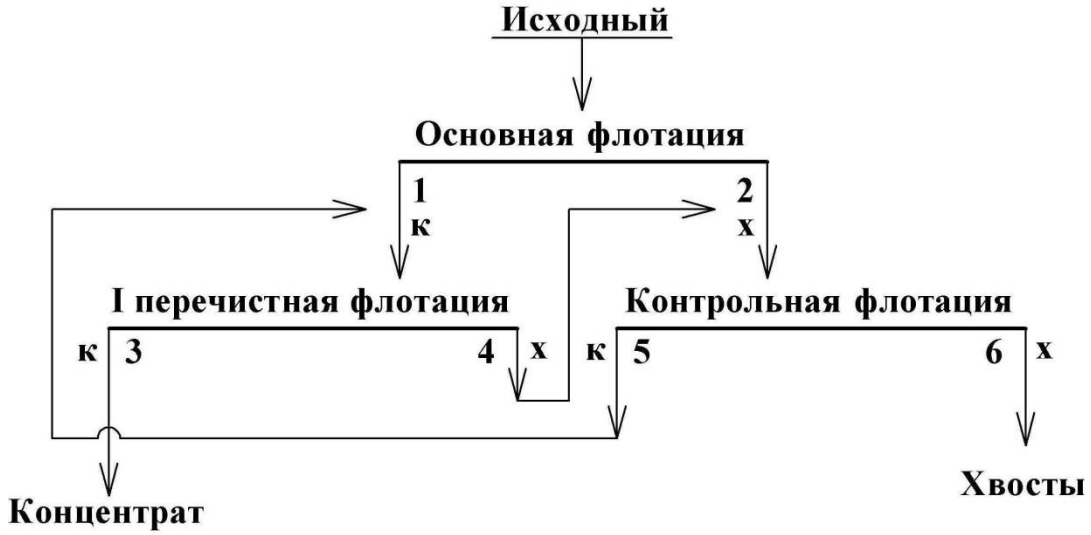


Схема № 9



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.

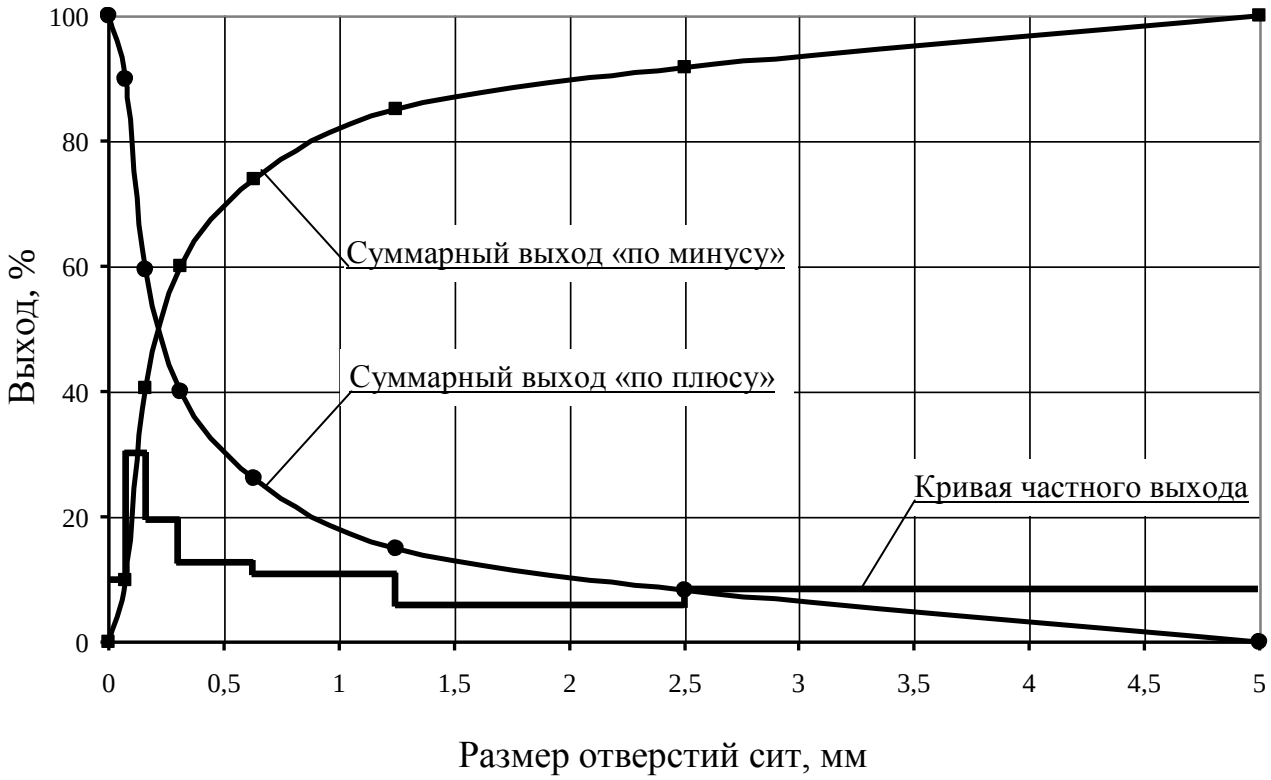


Рисунок 3.1 – Частная и суммарные гранулометрические характеристики

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).

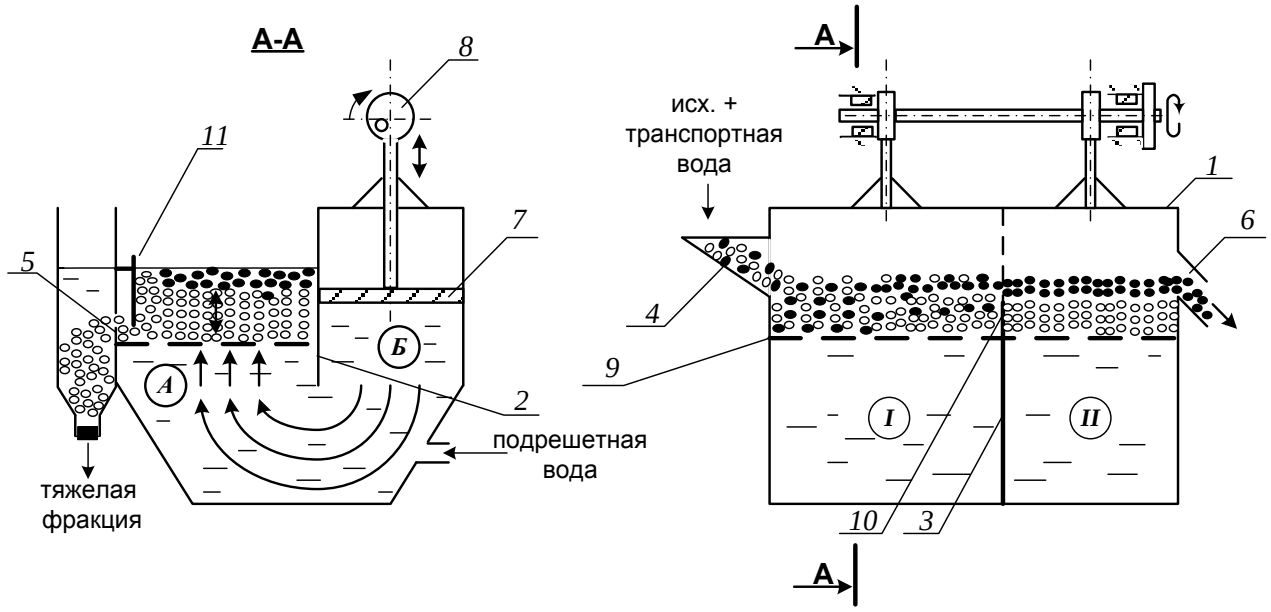


Рисунок 4.1 – Поршневая отсадочная машина

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.

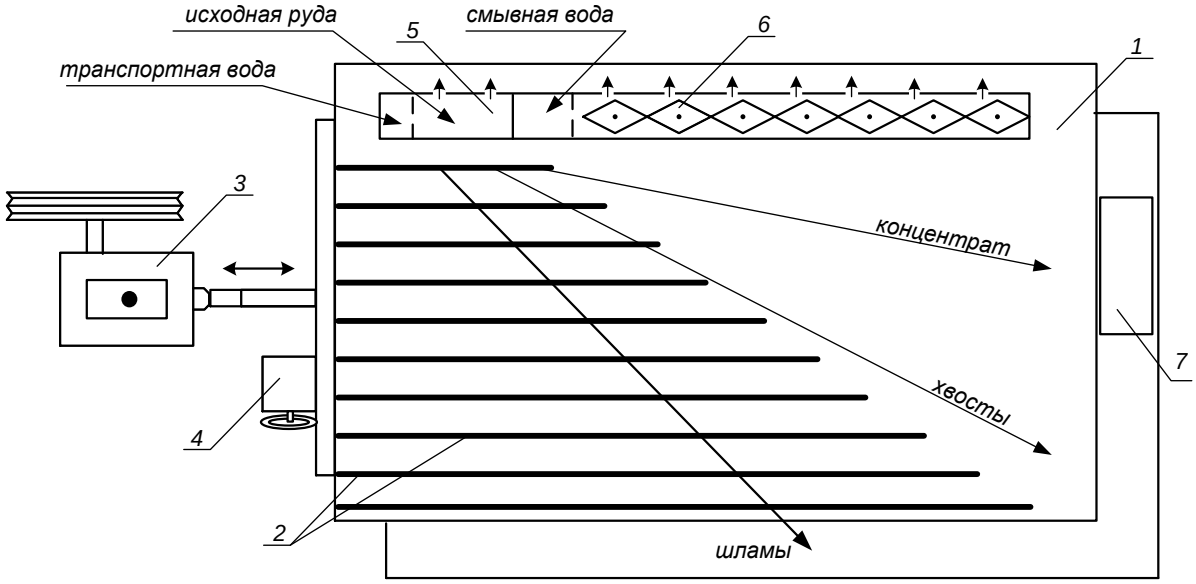


Рисунок 5.1 – Схема концентрационного стола

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.

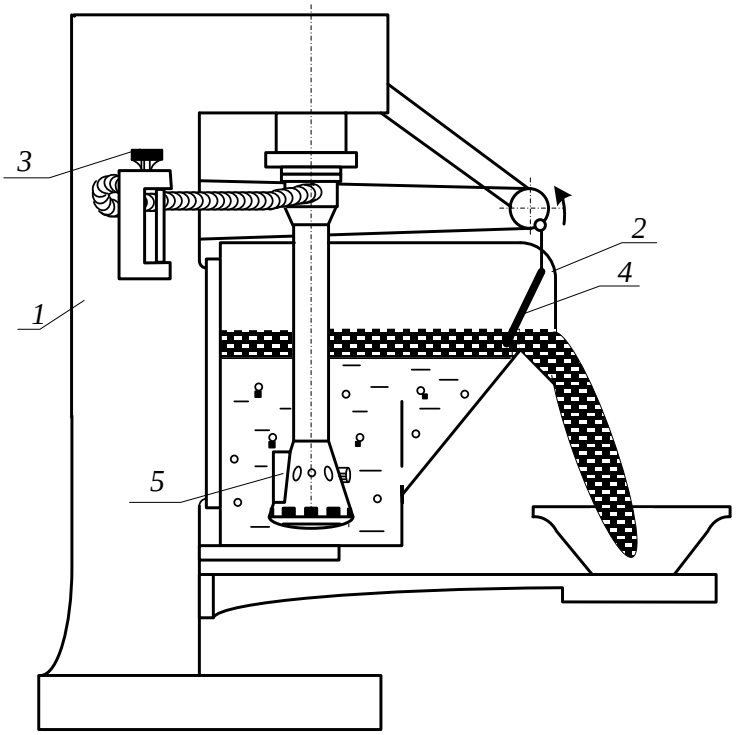


Рисунок 7.1 – Лабораторная флотационная машина

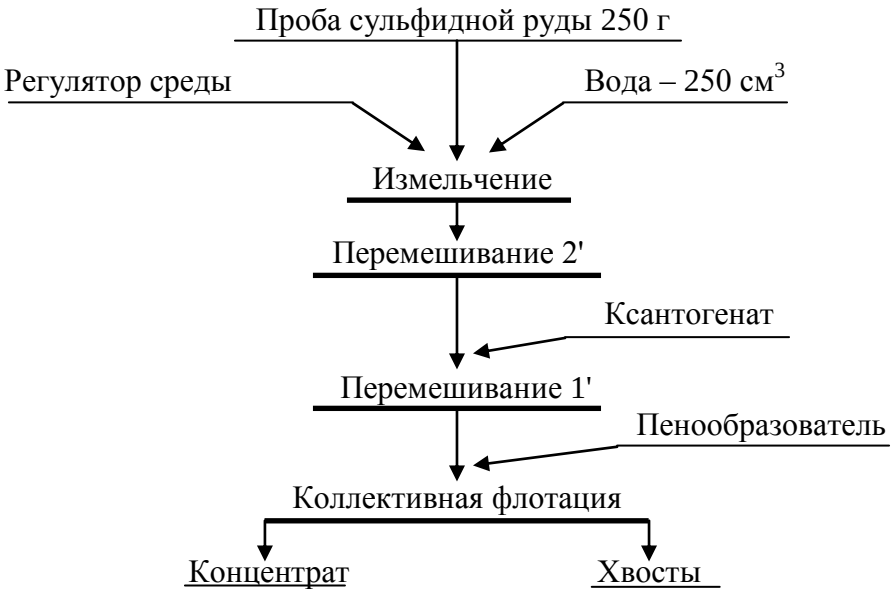


Рисунок 7.2 – Схема флотационного опыта

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.

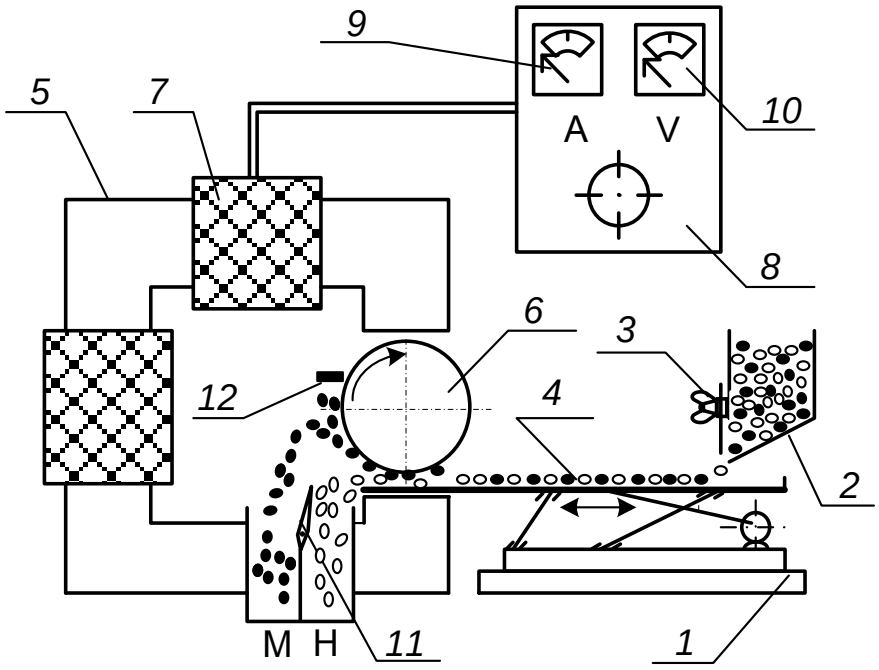


Рисунок 8.1 – Схема магнитного сепаратора

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.

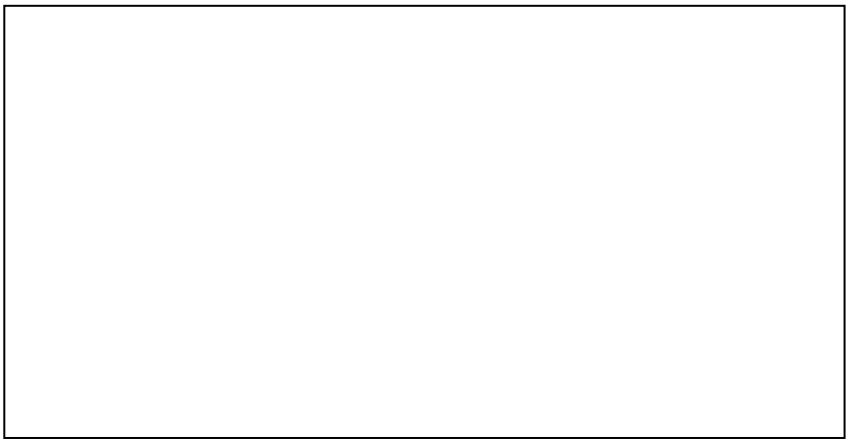


Рисунок 1 – Схема устройства оборудования:
1 – …; 2 – …

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	$Q = C + T$ $100 = \gamma_{\hat{e}} + \gamma_{\tilde{o}}$	$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i$ $100 = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i$
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.

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 –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.

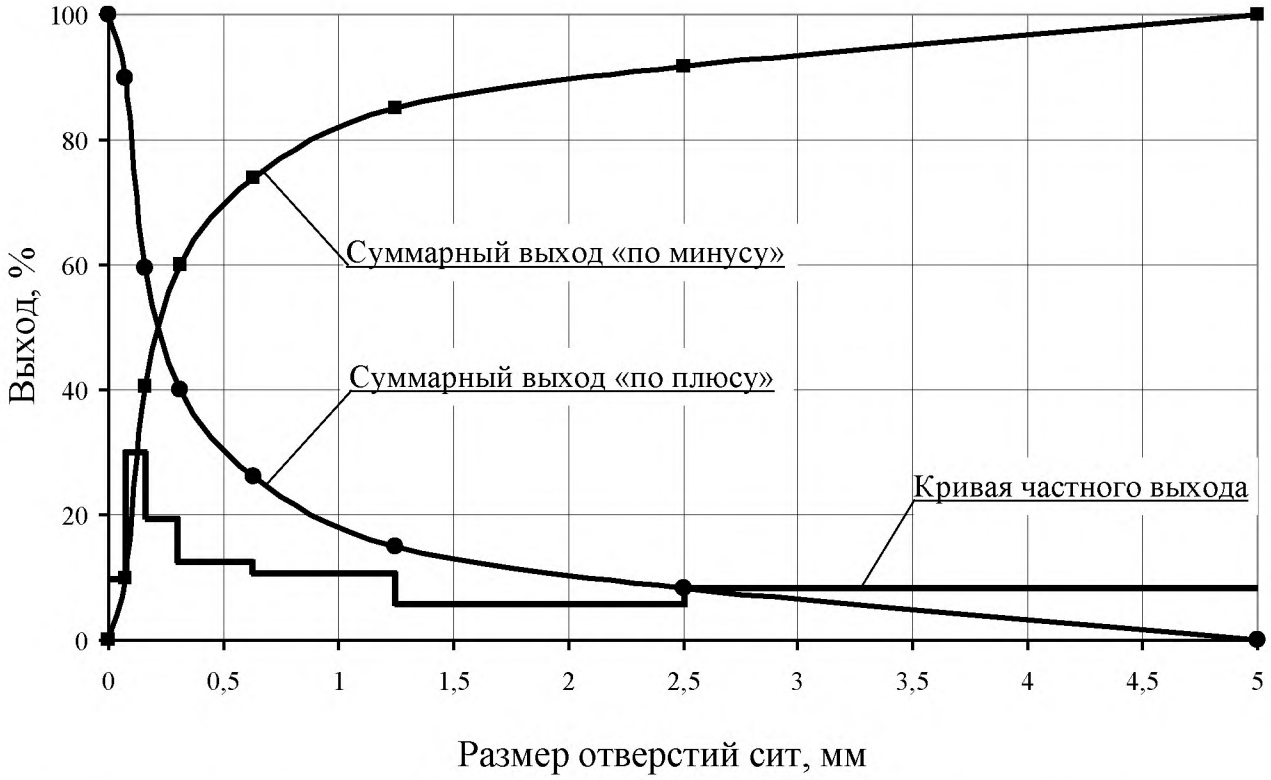


Рисунок 3.1 – Частная и суммарные гранулометрические характеристики

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).

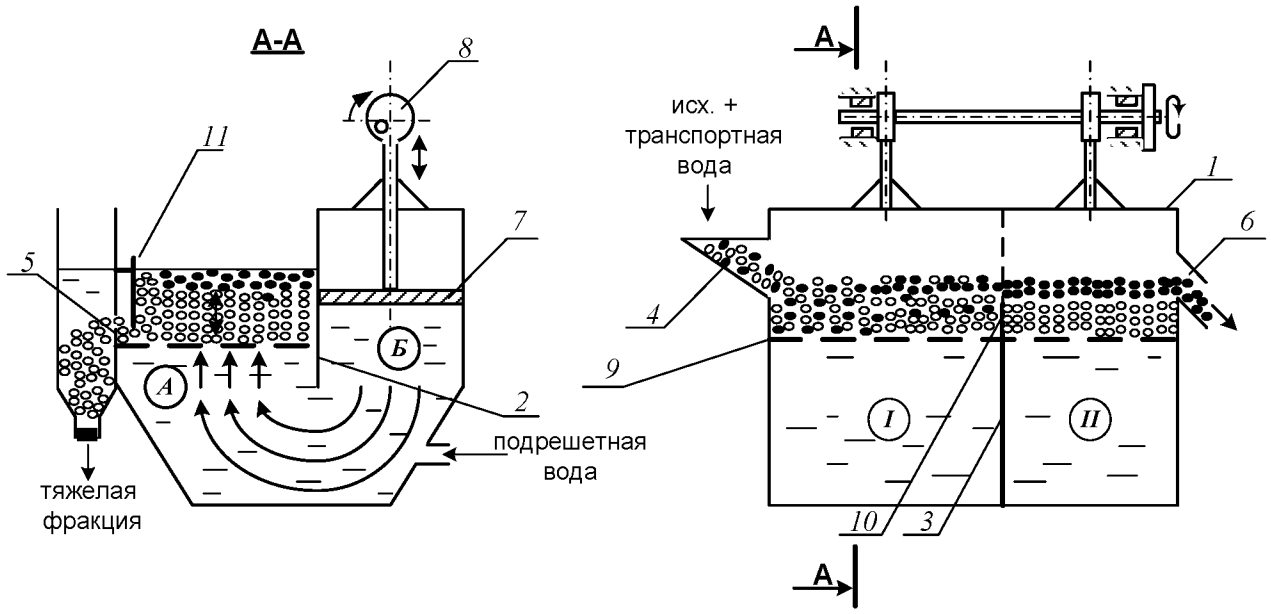


Рисунок 4.1 – Поршневая отсадочная машина

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.

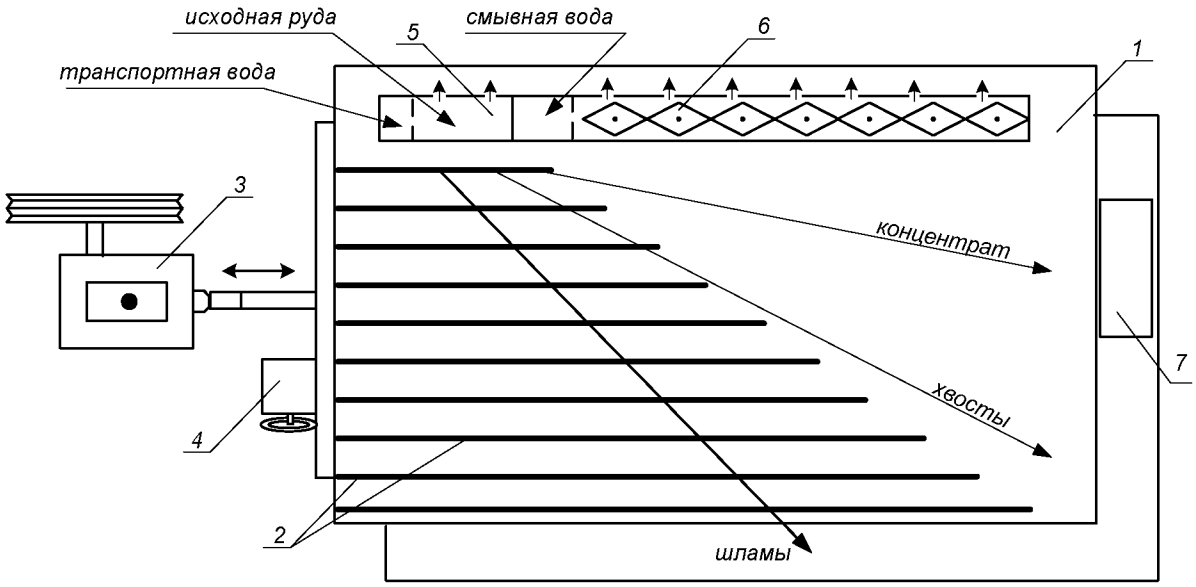


Рисунок 5.1 – Схема концентрационного стола

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/м³	**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.

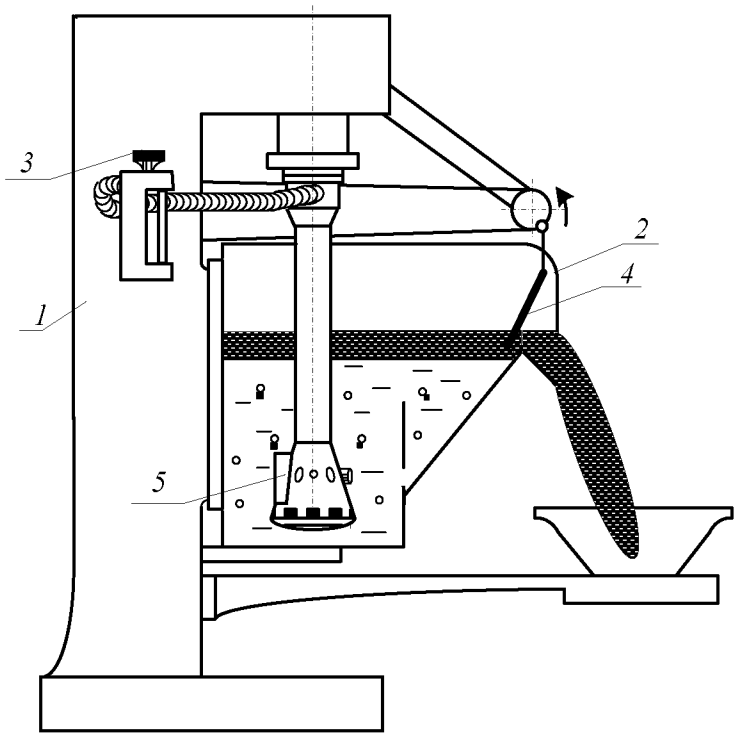


Рисунок 7.1 – Лабораторная флотационная машина

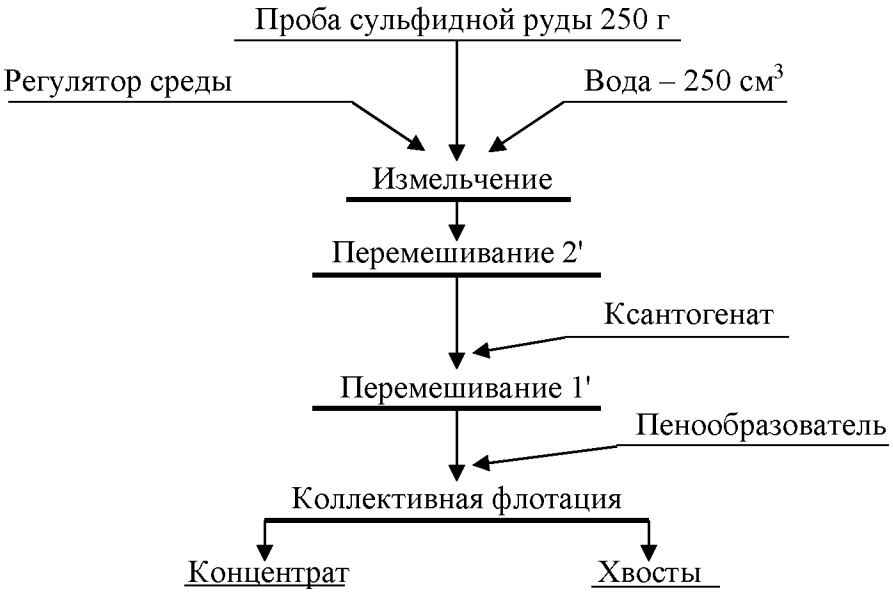


Рисунок 7.2 – Схема флотационного опыта

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.

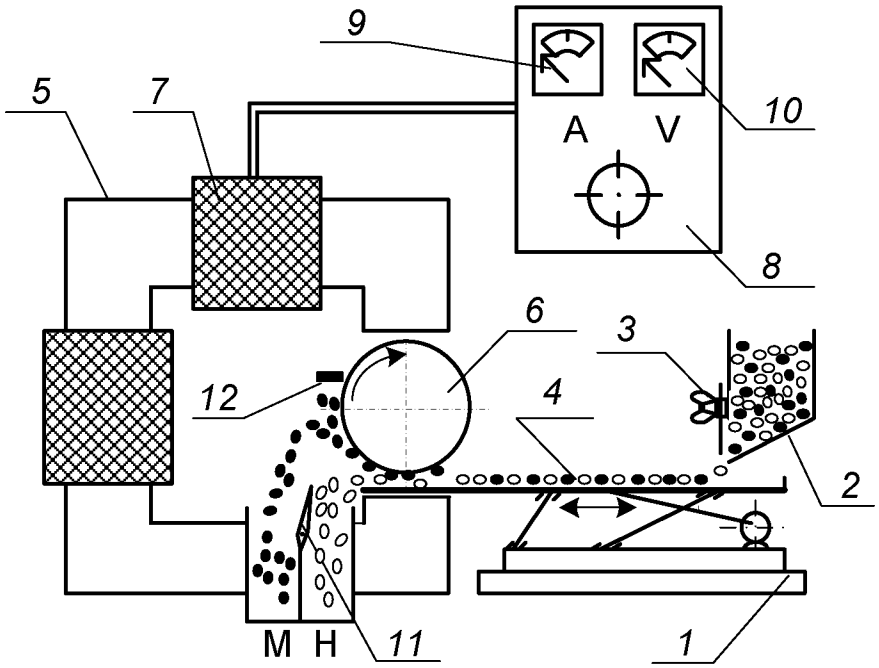


Рисунок 8.1 – Схема магнитного сепаратора

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.

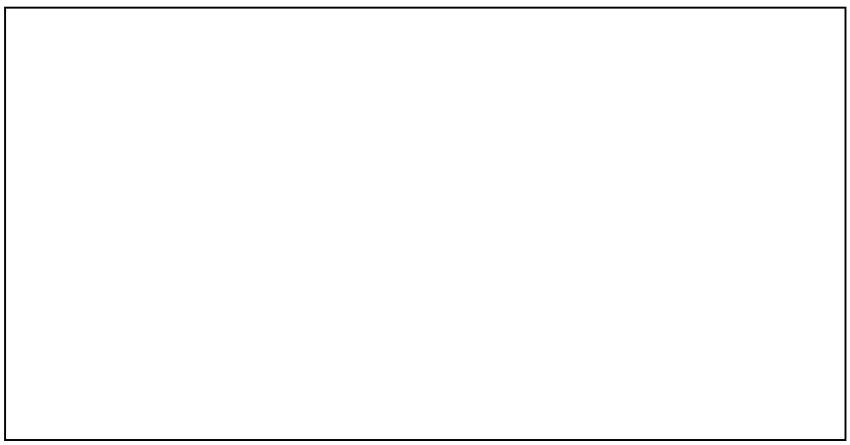


Рисунок 1 – Схема устройства оборудования:
1 – …; 2 – …

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

Бекчурина Е. А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ 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: **2025**

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).

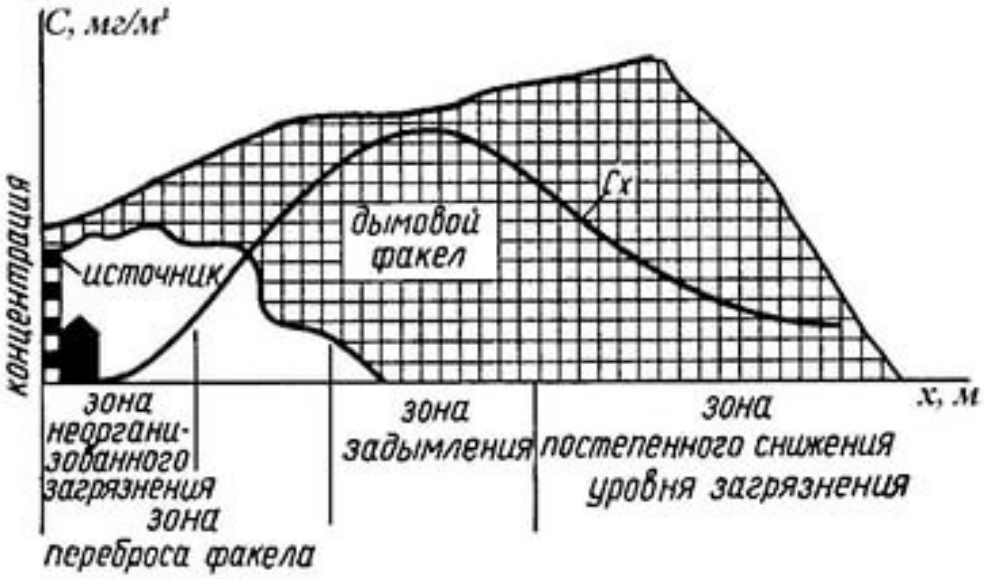


Рисунок 1 – Распределение концентрации вредных веществ в атмосфере от стационарного источника выброса

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, $i = 1, 2, 3 \ldots n$;

$М_{НДiатм}$ – 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/дм³.

Плата за сброс загрязняющих веществ *в пределах установленных лимитов на сбросы* ($П_{ВРвод}$) рассчитывается следующим образом:

$$П_{ВРвод} = \sum_{i=1}^{n} \cdot М_{ВРiвод} \cdot Н_{ПЛiвод} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{ВР} \cdot К_П\,, \quad (6.3)$$

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:

$$П_{СРвод} = \sum_{i=1}^{n} \cdot М_{СРiвод} \cdot Н_{ПЛiвод} \cdot К_{ОТ} \cdot К_{СР} \cdot К_П, \quad (6.4)$$

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
Обогащения полезных ископаемых
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Козин В. З.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 17.04.2019
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Барановский В. П.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 7 от 19.04.2019
(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
И.о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.34 МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Автор: Бадулин А. П., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры
Маркшейдерского дела
(название кафедры)
Зав. кафедрой _____
(подпись)
Жабко А. В.
(Фамилия И.О.)
Протокол №1 от 17.09.2024
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ 4
1.1. Общее положение 4
1.2. Вертикальная планировка горизонтальной промплощадки 4
1.3. Вертикальная планировка наклонной промплощадки 13
2. ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫНОСА ЦЕНТРА И СТРОИТЕЛЬНЫХ ОСЕЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ С ПРОЕКТА В НАТУРУ 18
3. ПОСТРОЕНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ЦЕЛИКА ПОД СООРУЖЕНИЕ 24
3.1. Общее положение 24
3.2. Построение предохранительного целика под здание методом вертикальных разрезов 25
3.3. Построение охранного целика под здание методов перпендикуляров 27
4. ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 29
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 36

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания написаны в соответствии с действующей учебной программой курса «Маркшейдерское дело». Прилагаемые методические указания к контрольным работам по данному курсу для специальности *21.05.04 Горное дело*. В методических указаниях изложены: методика обработки, последовательность вычислений, правила оформления результатов.

В методических указаниях рассмотрены следующие вопросы:

1. Вертикальная планировка промплощадки.
2. Подготовка данных для выноса центра и строительных осей горной выработки с проекта в натуру.
3. Построение предохранительного целика под сооружение.
4. Подсчет запасов месторождения полезных ископаемых.

1. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ

1.1. Общее положение

Вертикальная планировка промплощадки предназначена для сглаживания естественного рельефа, придавая поверхности площадки такую форму, при которой наиболее целесообразно решать вопросы размещения сооружения, транспортных путей и стока воды. Планируемой поверхности площадки обычно придают плоскую форму, чаще горизонтальную или, реже, наклонную. Поэтому существует вертикальная планировка горизонтальной и наклонной площадки.

При вертикальной планировке промплощадки проводят следующие разбивочные работы:

1) разбивка контура промплощадки и закрепление угловых точек;
2) разбивка и закрепление точек строительной сетки;
3) определение высотных отметок H точек строительной сетки;
4) выбор отметки H_o проектного горизонта;
5) определение рабочих отметок сетки;
6) определение объема земляных работ;
7) исполнительная съемка спланированной площадки.

1.2. Вертикальная планировка горизонтальной промплощадки

Контур площадки разбивают в соответствии с техническим проектом, в котором проводятся основные размеры площадки, ее положение относительно стволов. Угловые точки контура закрепляют постоянными знаками и проводят разбивку строительной сетки.

Строительная сетка представляет собой систему точек, равномерно покрывающую поверхность планируемой площадки. Выбор системы точек зависит от рельефа поверхности, плоскости и застроенности площадки. Чаще всего выбирают квадратную или прямоугольную сетку со сторонами длиной 10 - 50 м (рис. 1.1).

Точки сетки закрепляют деревянными кольями со сторожками, на которых указывают номера точек и рабочей отметки. Стороны сетки ориентируют по направлению осей ствола.

Высотные отметки H точек сетки определяют нивелированием или по плану поверхности масштабов 1:500, 1:1000 и 1:2000 с сечением рельефа через 0,5 м.

Высотная отметка H_o проектного горизонта площадки предусматривается проектом. Если отметка горизонта площадки проектом не предусмотрена, то ее численное значение определяют с учетом рельефа, добиваясь минимального объема земляных работ, при этом:

$$H_o = H_{ср.} = \frac{\sum H_i}{h},$$

где H_i – высотные отметки точек вершин квадратов; n - количество точек сетки.

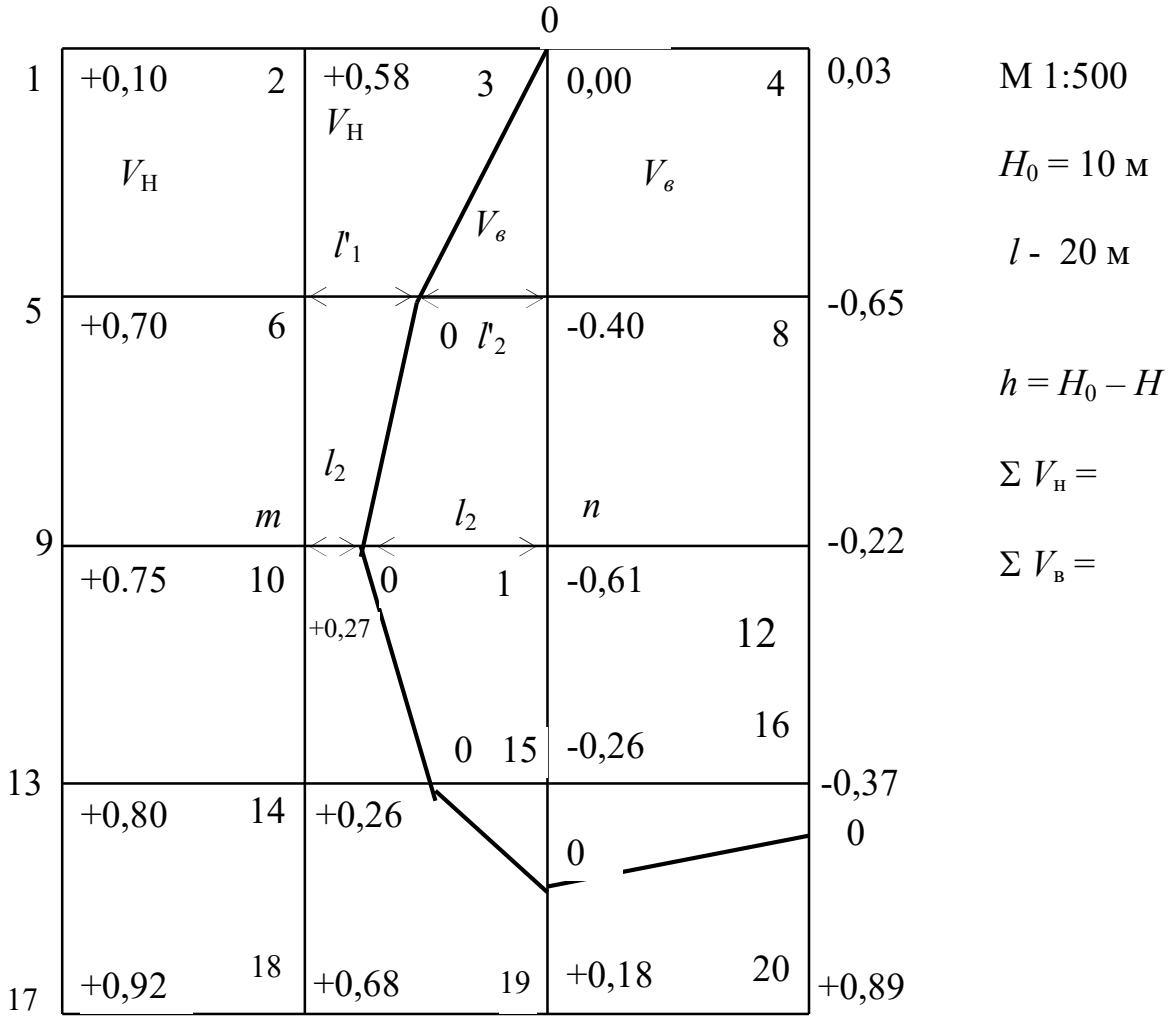


Рис. 1.1. Строительная сетка

Если же проектируемая поверхность промплощадки есть горизонтальная плоскость с проектным горизонтом H_o, то рабочие отметки точек m и n сетки (рис. 1.2) определяют по формулам:

$$h_m = H_o - H_m; \quad h_n = H_o - H_n.$$

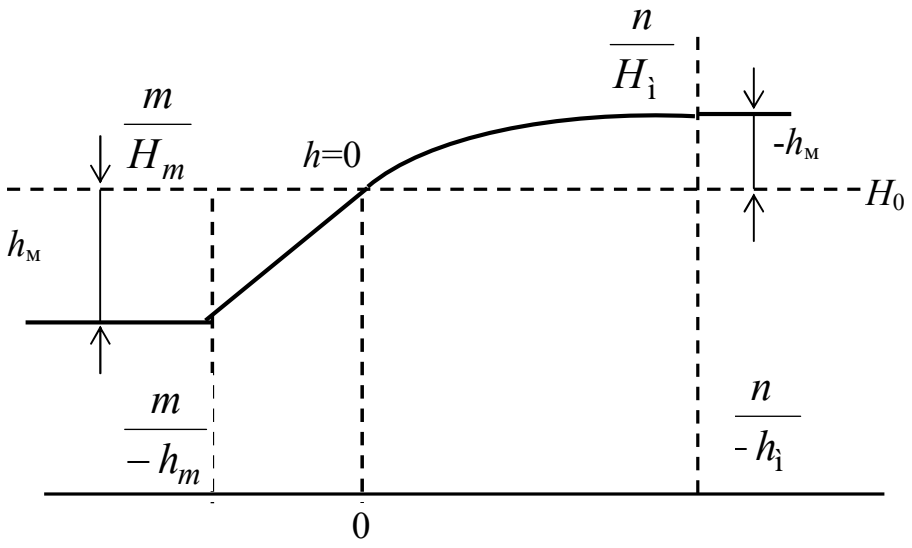


Рис. 1.2. Проектируемая поверхность промплощадки с горизонтальной плоскостью и с проектным горизонтом H_o

Положительные значения рабочих отметок показывают, что в данном месте необходимо сделать подсыпку грунта, отрицательные - выемку грунта.

При определении объема работ составляют схему участка промплощадки.

На схеме (см. рис. 1.1) показывают номера точек и их рабочие отметки, по которым находят линию нулевых работ. Для этого между соседними точками с противоположными знаками численных значений рабочих отметок находят точку с нулевой отметкой (см. рис. 1.2), затем точки с нулевыми отметками соединяют и получают линию нулевых работ (см. рис. 1.1).

Положение точки нулевой отметки легко определить с помощью графика (рис. 1.3), построенного на прозрачной бумаге или вычислить аналитически по следующим формулам:

$$l_1 = \frac{\mid h_m \mid l}{\mid h_m \mid + \mid h_n \mid}; \qquad l_2 = \frac{\mid h_n \mid l}{\mid h_m \mid + \mid h_n \mid},$$

где l - размер стороны квадрата, м.

Расстояние l_1 откладывают от точки m, а l_2 – от точки n, по линии, ограниченной этими точками.

Если $l = 20$ м ; $h_m = \pm 0{,}27$ и $h_n = -0{,}61$ м, то

$$l_1 = \frac{0{,}27 \cdot 20}{0{,}27 + 0{,}61} = 6{,}14 \text{ м}; \qquad l_2 = \frac{0{,}61 \cdot 20}{0{,}27 + 0{,}61} = 13{,}86 \text{ м}.$$

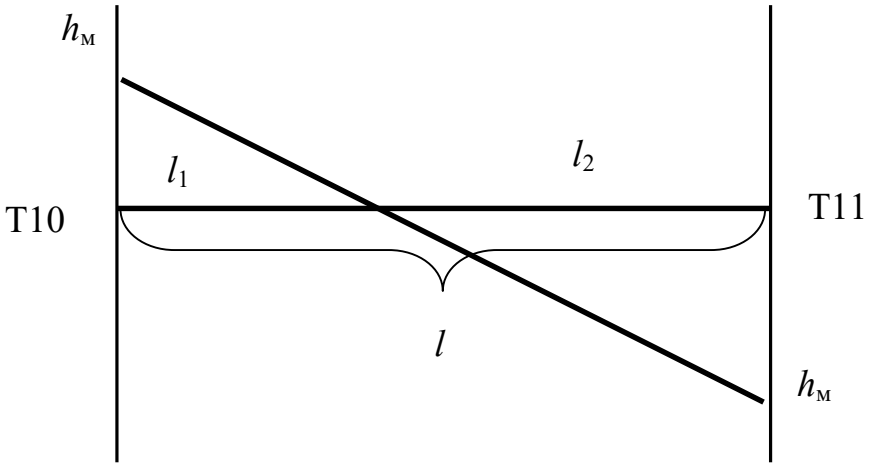


Рис. 1.3. График положения точки нулевой отметки

Объем земляных работ по планировке определяют по выемке и насыпи.

Существует несколько случаев определения объема, (рис. 1.4).

Первый случай. В квадрате рабочие отметки имеют одинаковый знак - или "+" или "-".

Например, в квадрате 1-2-6-5 по насыпи:

$$V = \frac{1}{4} S(h_1 + h_2 + h_5 + h_6),$$

где S - площадь квадрата, м^2 ; h_1, h_2, h_5, h_6 - значение рабочих отметок, м.

Аналогично вычисляется объем выемки, например, в квадрате 3-4-8-7.

Второй случай. В квадрате две рабочие отметки имеют один знак, а две другие - противоположный знак, т. е. при наличии линии нулевых работ (см. рис. 1.4).

Например, в квадрате 6-7-11-10 объем земляных работ (по насыпи и выемке) вычисляют по формулам:

$$V_H = \frac{1}{6}\left[S_1(2h_{10} + h_6) + S_2(h_{10} + 2h_6)\ \right];$$

$$V_b = \frac{1}{6}\left[S_3(2h_7 + h_{11}) + S_4(h_7 + 2h_{11})\right],$$

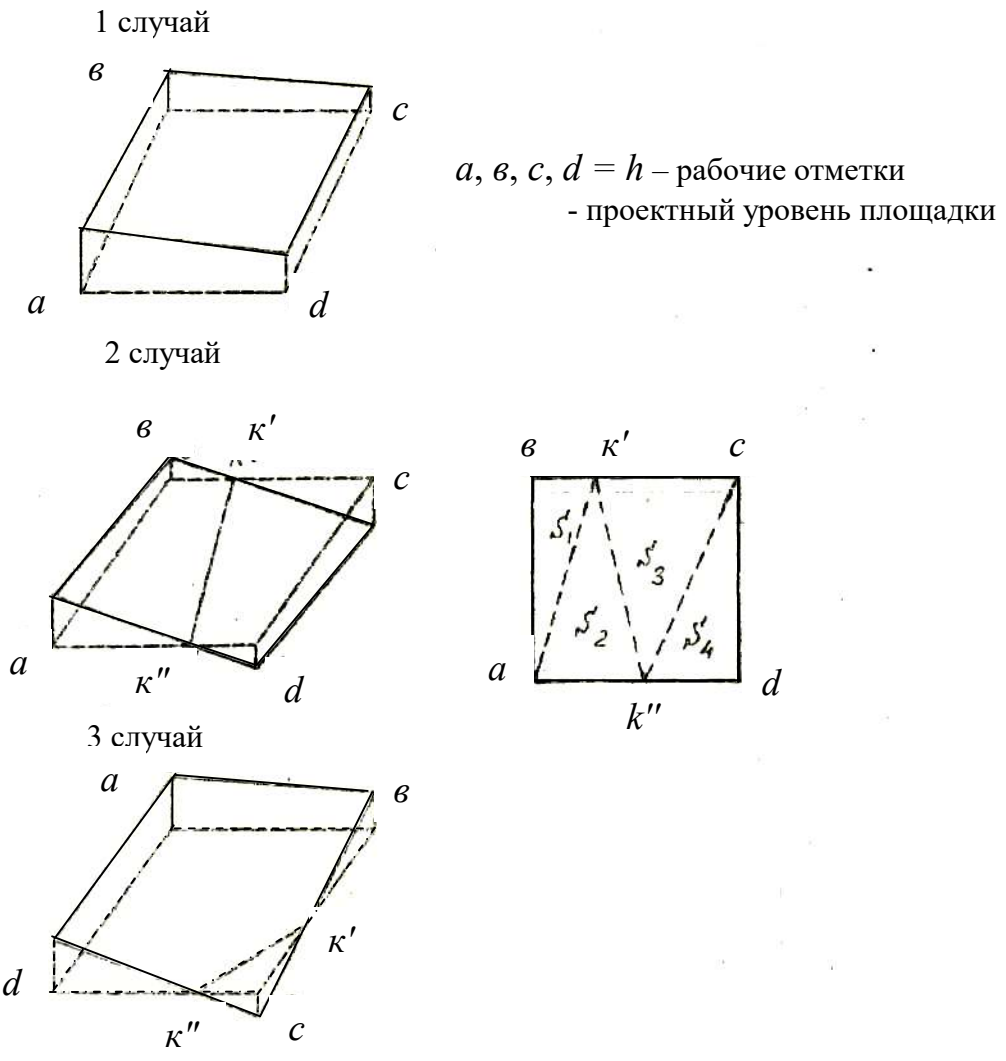


Рис. 1.4. Случаи определения объема

или по формулам

$$V_H = l\,\frac{l_1 + l_1'}{2}\cdot\frac{h_{10} + h_6}{4}; \qquad V_b = l\,\frac{l_2 + l_2'}{2}\cdot\frac{h_7 + h_{11}}{4},$$

где l_1, l_1', l_2, l_2' - расстояние от соответствующих точек квадрата до линии нулевых работ; S_1, S_2, S_3, S_4 - площади частей квадрата(вычисляют аналитически):

$$S_1 = \frac{1}{2}l\cdot l_1; \quad S_2 = \frac{1}{2}l\cdot l_1'; \quad S_3 = \frac{1}{2}l\cdot l_2; \quad S_4 = \frac{1}{2}l\cdot l_2'.$$

Третий случай. В квадрате три рабочие отметки имеют один знак, а одна - противоположный знак, например, в квадрате 18-14-15-19 (см. рис. 1.1).

В данном случае объем насыпных и выемочных работ вычисляют раздельно. Для этого определяют площади насыпи S_1 и выемки S_2 , умножают на средние высоты $h_{ср}$ насыпи и выемки. Величины площадей S_1 и S_2 определяют разделением их на простые геометрические фигуры (треугольник и пятиугольник или другие фигуры).

Величину рабочей отметки $h_{ср}$ в нашем случае определяют по формулам:

$$h_{ср} = \frac{h_{15}}{3}$$ - при площади треугольной формы;

$$h_{ср} = \frac{h_{18} + h_{14} + h_{19}}{5}$$ - при площади пятиугольной формы.

В данном случае расчеты объемов насыпных и выемочных работ вычисляют (см. рис. 1.4, 3-й случай):

$$V_H = S_1\cdot\frac{h_{18} + h_{14} + h_{19}}{5}; \qquad V_В = S_2\cdot\frac{h_{15}}{3},$$

где S_1 - площадь выемки работ, м^2; S_2 - площадь насыпи работ, м^2.

В табл. 1.1 даны варианты задач на определение объема работ при планировке горизонтальной поверхности промплощадки.

Общий объем работ определяют суммированием объемов насыпи и выемки по каждому квадрату

$$\Sigma V_H = V_{H1} + V_{H2} + ... + V_{Hn};$$
$$\Sigma V_B = V_{B1} + V_{B2} + ... + V_{Bn}.$$

Таблица 1.1

Высотные отметки точек строительной сетки

Точки сетки / Задача	Высотные отметки *H* точек, м							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	8,42	8,35	9,71	9,92	9,25	9,75	10,00	10,42
2	9,93	9,78	9,62	9,25	10,42	10,55	10,05	9,65
3	9,25	8,81	8,42	9,05	9,65	9,24	8,58	9,15
4	9,00	9,40	9,45	9,05	9,15	9,79	10,08	9,70
5	9,05	8,90	9,51	9,15	9,70	9,00	9,65	9,40
6	8,36	8,75	9,24	9,54	8,90	9,41	9,75	10,21
7	8,35	8,75	9,36	8,35	9,40	8,81	8,60	8,80
8	8,85	9,25	9,74	10,23	8,35	9,08	9,70	11,19
9	10,25	10,74	10,60	9,81	10,20	10,79	11,10	10,37
10	10,80	10,20	9,40	9,65	10,60	10,15	9,75	10,05
11	9,65	9,80	10,30	11,11	10,05	10,45	11,00	11,30
12	9,21	9,75	10,21	10,35	9,41	9,85	10,45	10,71
13	10,31	10,11	9,77	10,18	10,76	10,41	9,96	10,05
14	10,18	10,27	10,17	10,33	10,37	10,12	10,55	10,75
15	10,80	9,80	10,00	10,45	10,81	10,31	9,90	9,81
16	10,40	10,70	10,81	10,20	9,80	10,45	10,40	9,85
17	10,60	9,80	10,00	10,50	9,95	9,90	9,85	9,90
18	10,80	11,00	11,35	11,10	9,80	10,45	10,70	10,50
19	11,00	10,10	10,70	11,30	9,90	10,90	10,60	9,90
20	11,20	11,11	10,50	10,00	11,00	11,50	11,10	10,40
21	11,40	10,80	9,80	10,20	10,70	9,80	9,40	10,00
22	11,60	11,30	11,40	10,70	10,30	10,80	11,50	10,80
23	11,80	11,10	10,10	9,60	8,70	10,80	10,25	9,75
24	9,85	10,10	9,05	10,60	9,88	10,15	8,70	9,80

Продолжение таблицы 1.1

Точки сетки / Задача	Высотные отметки *H* точек, м							
	9	10	11	12	13	14	15	16
1	9,25	9,70	10,21	10,62	8,20	9,55	10,05	10,45
2	10,62	11,12	10,63	10,15	10,45	10,92	10,76	9,95
3	10,15	9,46	8,90	9,25	9,85	9,52	9,25	9,28
4	9,25	9,78	10,51	10,18	9,28	9,65	10,37	10,62
5	10,17	9,62	9,35	9,75	10,62	9,91	10,20	10,40
6	9,48	9,85	10,30	10,85	10,37	10,50	11,00	11,30
7	9,74	9,60	9,40	9,50	9,41	9,90	10,25	10,40
8	8,29	9,00	9,45	10,00	8,91	9,40	9,71	9,80
9	10,00	10,40	10,35	11,00	10,50	9,80	9,89	9,75
10	10,20	9,60	9,75	9,80	10,50	10,20	9,80	10,2
11	10,25	10,75	11,25	11,85	9,81	10,21	10,75	11,2
12	9,48	10,13	10,71	11,21	9,14	9,97	10,68	11,16
13	11,18	10,85	10,24	9,82	11,18	11,06	10,35	9,77
14	10,63	9,80	10,43	11,17	11,45	9,76	10,21	10,83
15	11,40	10,81	10,45	9,81	10,40	11,40	10,78	10,38
16	9,95	9,85	9,30	10,50	11,10	10,30	9,70	10,2
17	9,00	9,80	9,85	10,10	10,35	9,70	10,20	10,5
18	10,00	9,85	10,26	9,95	10,35	9,70	9,60	9,42
19	11,10	10,10	9,60	10,25	10,70	9,90	9,75	9,80
20	9,80	10,70	10,70	10,35	9,70	10,20	10,18	9,85
21	10,30	9,70	9,30	9,75	10,15	9,40	8,85	9,25
22	10,15	10,60	10,90	10,50	9,80	10,25	10,40	10,12
23	9,70	10,50	9,95	9,50	9,00	10,00	10,12	9,70
24	10,90	10,20	9,15	10,50	10,15	9,10	10,20	8,50

Окончание таблицы 1.1

Точки сетки / Задача	Высотные отметки *H* точек, м							
	17	18	19	20	21	22	23	24
1	8,85	9,25	9,72	10,25	10,00	9,73	9,25	9,20
2	10,25	10,75	10,61	9,20	9,75	10,00	10,05	9,85
3	9,95	9,56	10,10	10,81	9,95	9,81	9,25	8,90
4	8,92	9,50	9,00	8,92	9,00	9,25	9,81	9,91
5	9,65	9,80	10,31	11,11	11,00	10,50	10,21	9,90
6	11,10	11,45	10,78	12,40	12,38	12,00	11,50	11,00
7	9,65	9,80	10,31	11,10	11,30	11,00	11,90	10,85
8	9,20	9,75	10,18	10,30	10,80	11,05	11,30	10,90
9	10,31	10,10	9,74	10,15	10,00	9,80	9,30	9,50
10	10,45	10,60	10,21	10,30	9,90	9,70	9,60	9,45
11	10,25	9,90	10,05	10,55	10,30	10,21	10,50	10,10
12	9,31	9,75	10,27	10,63	10,85	10,95	11,05	11,45
13	10,75	11,21	10,52	9,73	9,95	10,12	10,56	10,84
14	11,45	9,70	10,15	10,75	11,37	11,50	11,71	11,07
15	11,37	11,15	10,55	10,10	10,80	11,30	10,50	9,80
16	10,50	10,05	10,50	10,90	10,10	9,20	10,20	10,70
17	10,10	9,85	10,28	10,95	10,70	10,50	10,30	10,10
18	10,70	11,00	10,10	11,36	11,40	11,25	10,70	10,50
19	9,40	9,70	9,78	9,50	9,59	9,40	9,20	9,00
20	9,43	9,73	9,76	9,51	9,10	9,00	8,90	8,80
21	9,80	9,10	8,50	9,70	9,40	9,50	9,60	9,70
22	9,40	9,75	9,76	9,60	9,80	10,00	10,20	10,40
23	9,24	8,72	9,69	9,47	8,95	8,47	8,67	8,87
24	9,75	10,05	9,81	10,12	8,20	9,15	8,60	9,10

По окончании земляных работ проводится съемка промплощадки и составляется исполнительный план.

1.3. Вертикальная планировка наклонной промплощадки

При вертикальной планировке поверхности промплощадки в виде наклонной плоскости маркшейдер проводит разбивку строительной сетки с учетом данных в какой-либо точке, например "*M*" угла простирания α поверхности, уклона *i* или угла наклона δ плоскости (рис. 1.5) и определяет объем земляных работ.

Особенностью планировки поверхности промплощадки в виде наклонной плоскости является определение проектных отметок точек сетки с учетом уклона, предусмотренного проектом или выбранного в соответствии с минимумом земляных работ.

На рис. 1.5 угол простирания равен 180°, расстояние между точками *l*, точка *M* имеет высотную отметку H_{OM}.

Точки 1, 2, 3 ... 20 имеют высотные отметки H_1, H_2, H_3 ... H_{20}.

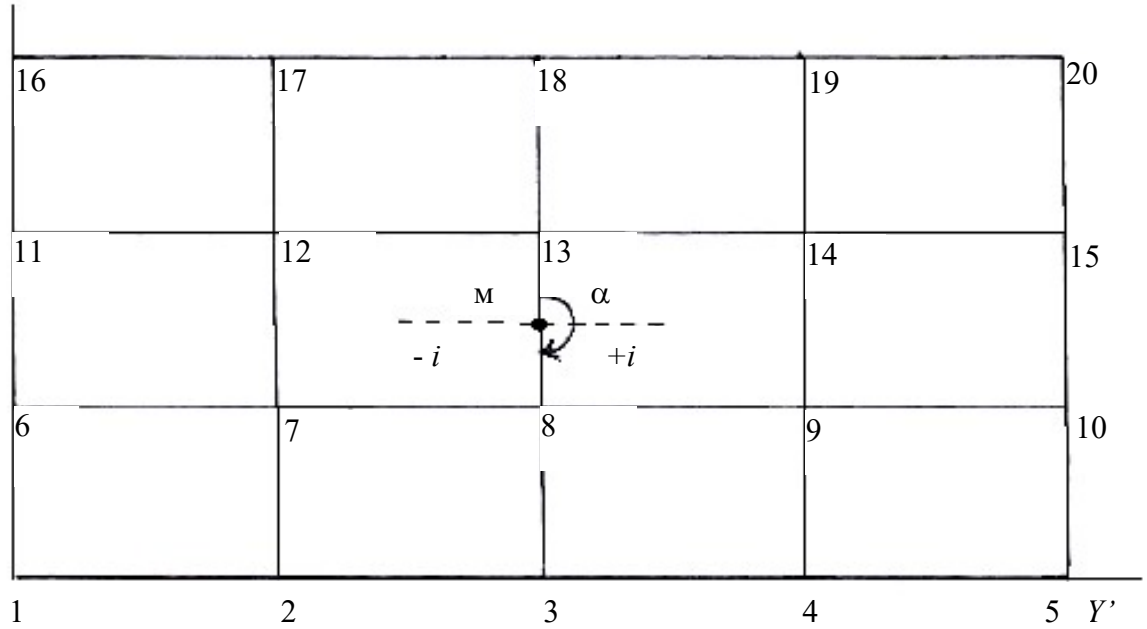


Рис. 1.5. Схема строительной сетки наклонной промплощадки

Проектные отметки точек H_{01}, H_{02}, H_{03} ... H_{020} определяют в соответствии с отметкой точки *M*, уклоном *i* и схемой сетки (см. рис. 1.5).

Для точек, находящихся на уровне отметки, равной H_0, будет:

$$H_0 = H_{03} = H_{08} = H_{013} = H_{018}.$$

Для точек, находящихся на уровне отметок, меньших отметки H_{0M}, будет:

$$H_{02} = H_{03} - l_i;\ H_{01} = H_{03} - 2\ l_i;\ H_{017} = H_{018} - l_i;\ H_{016} = H_{018} - 2l_i.$$

Для отметок, находящихся на уровне отметок, больших отметки H_{OM}:

$$H_{04} = H_{03} + l_i;\ H_{05} = H_{03} + 2l_i;\ H_{019} = H_{018} + l_i;\ H_{020} = H_{018} + 2l_i.$$

Рабочие отметки точек сетки будут $h = H_{01} - H_1$.

Построение линии нулевых работ и определение объема земляных работ проводится так же, как и при планировке горизонтальной промплощадки.

В табл. 1.2 даны задачи на определение объема работ наклонной промплощадки. В задачах, состоящих из 20 точек, положение точки M совмещают с одной из точек сетки по указанию преподавателя.

При решении задач необходимо:

1) построить план участка;

2) определить рабочие отметки;

3) построить линию нулевых работ;

4) определить объем работ в каждом квадрате раздельно по насыпи и выемке;

5) определить общий объем работ на участке.

Таблица 1.2

Высотные отметки точек строительной сетки наклонной промплощадки

Высотные отметки точек, м	З А Д А Ч И								
	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	8,85	8,76	8,31	8,72	9,31	15,01	14,30	15,00	15,09
2	9,15	9,07	9,00	8,99	9,68	15,45	14,87	15,45	15,20
3	10,00	10,05	9,95	10,05	9,99	15,96	15,70	15,96	15,71
4	10,52	10,48	10,28	10,51	8,70	15,07	15,37	15,07	15,45
5	9,76	9,79	9,75	9,38	9,07	15,73	15,87	15,32	14,91
6	9,56	9,40	9,45	9,75	8,11	14,99	15,00	14,82	14,50
7	9,51	9,32	9,30	9,60	9,78	14,60	14,20	14,60	14,80
8	10,52	10,50	10,10	10,42	9,55	14,31	14,30	14,44	14,65
9	10,73	10,70	10,50	10,73	9,88	15,07	14,90	15,31	15,05
10	9,26	9,27	9,21	9,26	9,45	15,87	15,17	15,87	15,72
11	9,83	9,80	9,45	9,87	9,25	14,60	14,60	14,62	15,85
12	8,95	8,90	8,90	8,90	10,70	14,49	14,50	14,49	14,95
13	9,73	9,75	9,55	11,71	11,05	14,79	14,81	14,78	14,45
14	9,28	9,27	9,77	9,97	9,84	15,81	15,52	15,80	14,01
15	10,04	10,05	10,00	9,75	10,05	14,07	14,17	15,63	13,95
16	11,18	11,20	11,20	10,30	10,83	14,19	14,31	14,07	13,72
17	10,63	10,47	11,05	9,99	11,07	14,28	14,75	14,28	14,07
18	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	15,00	15,00	15,00	15,00
19	9,55	9,50	9,45	9,40	9,35	15,05	15,10	15,15	15,20
20	9,00	9,10	9,20	9,30	9,40	14,95	14,90	14,85	14,80
Угол простирания	0° 00'	90° 00'	180° 00'	270° 00'	0° 00'	90° 00'	180° 00'	270° 00'	0° 00'
Уклон Масштаб	0,001 1:500	0,001 1:1000	0,001 1:500	0,001 1:1000	0,001 1:500	0,002 1:1000	0,002 1:500	0,002 1:1000	0,002 1:500
Расстоян. между точками, м	20,0	20,0	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0	20,0

Продолжение таблицы 1.2

Высотные отметки точек, м	З А Д А Ч И							
	35	36	37	38	39	40	41	42
1	14,95	19,79	20,05	19,37	20,10	19,55	25,05	25,17
2	15,00	20,01	20,37	19,27	20,45	19,78	24,75	25,73
3	15,31	20,85	20,73	19,73	20,51	19,99	25,75	25,92
4	15,95	20,63	20,63	19,95	20,92	20,01	25,37	76,01
5	14,40	20,95	20,31	20,07	19,37	20,59	25,25	25,91
6	14,70	20,17	20,27	20,38	19,57	20,17	25,17	25,17
7	14,21	21,01	20,39	20,17	20,01	20,95	24,93	24,92
8	14,00	20,93	20,01	20,93	20,55	21,07	24,85	24,71
9	15,30	20,03	20,53	20,99	20,99	20,17	24,25	24,05
10	15,60	20,72	20,18	21,44	21,10	20,01	24,10	23,91
11	15,91	20,93	20,01	20,65	21,37	19,73	23,95	24,10
12	15,07	20,65	19,85	20,16	20,99	19,25	23,81	24,51
13	14,70	20,31	19,37	19,83	20,76	19,03	23,72	24,17
14	14,50	20,05	19,52	19,57	20,91	19,00	24,00	24,18
15	15,20	19,73	19,30	19,01	20,31	19,37	24,15	24,99
16	15,35	19,52	19,01	18,95	20,07	19,86	24,75	25,08
17	15,71	19,21	19,50	19,29	19,85	20,10	24,89	25,00
18	15,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	25,00	25,00
19	15,10	20,10	20,20	20,30	20,40	20,50	25,10	25,20
20	14,90	19,90	19,80	19,70	19,60	19,50	24,90	24,80
Угол простирания	90° 00'	180° 00'	270° 00'	0° 00'	90° 00'	180° 00'	270° 00'	0° 00'
Уклон Масштаб	0,002 1:1000	0,003 1:500	0,003 1:1000	0,003 1:500	0,003 1:1000	0,003 1:500	0,004 1:1000	0,004 1:500
Расстоян. между точками, м	20,0	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0	20,0

Окончание таблицы 1.2

Высотные отметки точек, м	З А Д А Ч И							
	43	44	45	46	47	48	49	50
1	24,70	25,10	24,17	25,05	24,15	29,30	29,70	30,50
2	24,85	25,17	24,93	25,01	24,17	29,99	29,85	30,18
3	24,95	25,85	24,99	25,37	24,85	29,85	29,91	30,18
4	25,10	25,97	25,10	25,83	29,99	30,00	29,17	30,99
5	25,35	25,17	25,81	25,98	25,10	30,08	28,85	30,27
6	25,70	25,85	25,99	26,10	25,81	30,77	29,50	30,07
7	25,85	25,10	26,01	25,81	25,92	30,98	29,90	29,85
8	24,91	25,00	25,37	25,78	25,77	30,25	29,99	29,81
9	24,37	25,01	25,18	25,61	25,17	30,71	30,01	29,63
10	24,19	21,10	25,01	25,01	24,92	30,99	30,18	29,26
11	24,00	25,40	25,18	25,10	24,17	31,11	30,78	29,00
12	23,95	24,90	24,82	24,91	24,00	31,83	30,52	29,37
13	25,10	25,01	24,37	24,82	24,17	31,52	30,21	29,42
14	25,25	25,37	24,08	24,71	24,85	30,10	30,99	29,52
15	25,37	25,80	23,95	25,15	24,91	30,75	30,77	29,17
16	25,75	26,17	23,81	25,19	24,99	30,27	30,25	29,97
17	25,92	25,80	24,18	25,71	25,17	30,18	30,81	30,18
18	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	30,00	30,00	30,00
19	25,10	25,20	25,30	25,40	25,50	29,90	29,80	29,70
20	24,90	24,80	24,70	24,60	24,50	29,80	29,70	29,60
Угол простирания	90° 00'	180° 00'	270° 00'	0° 00'	90° 00'	180° 00'	270° 00'	0° 00'
Уклон Масштаб	0,001 1:1000	0,004 1:500	0,004 1:1000	0,005 1:500	0,005 1:1000	0,005 1:500	0,005 1:1000	0,005 1:500
Расстоян. между точками, м	20,0	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0	20,0

2. ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫНОСА ЦЕНТРА И СТРОИТЕЛЬНЫХ ОСЕЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ С ПРОЕКТА В НАТУРУ

Определение и обозначение на местности точек, координаты которых заданы в проекте, является одной из наиболее часто встречающихся задач маркшейдерской службы.

Решение задачи рассмотрим на примере подготовки данных для выноса центра и строительных осей шахтного ствола, проходка которого должна быть осуществлена при условии соединения с подземной горной выработкой (рис. 2.1).

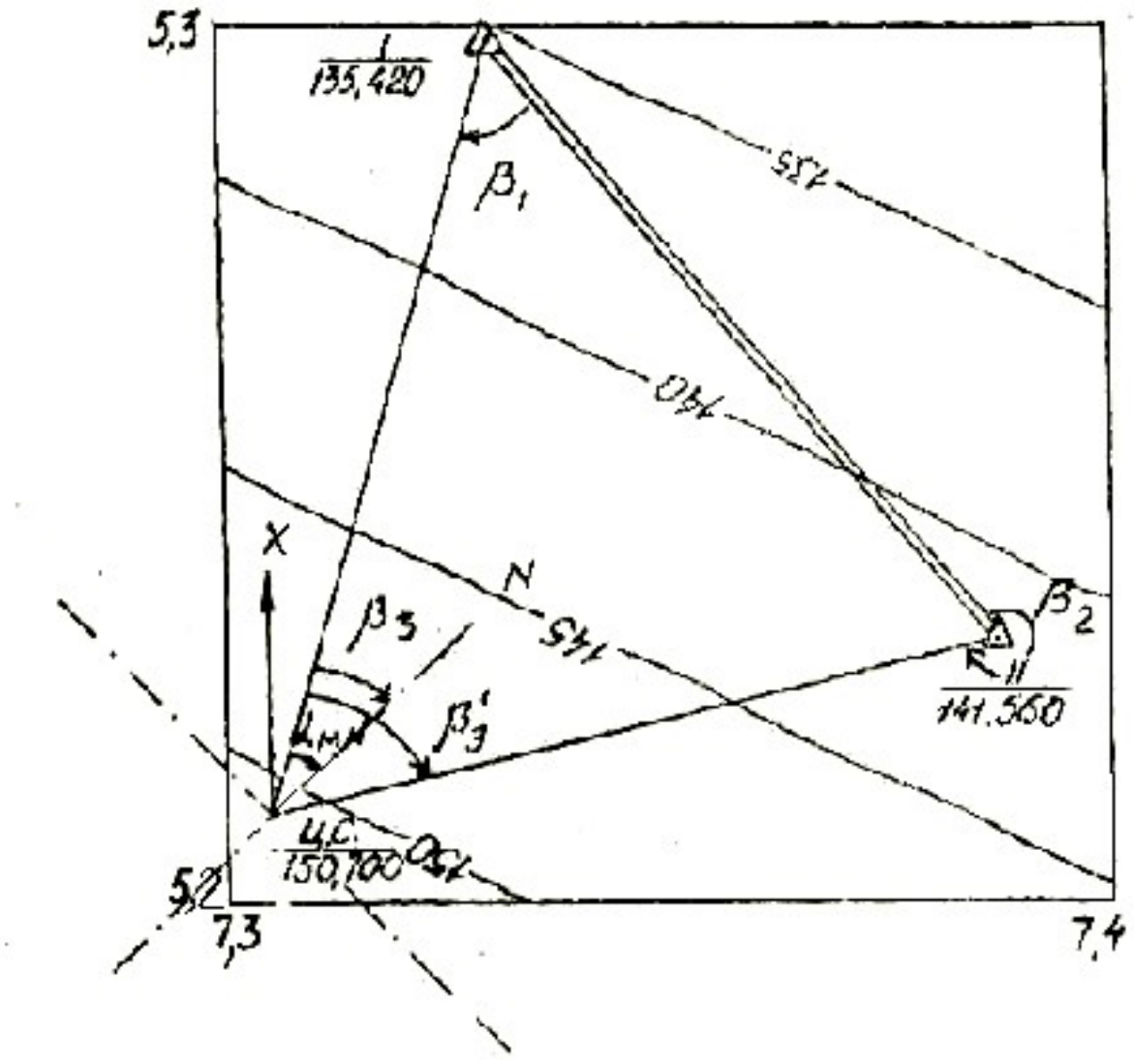


Рис. 2.1. План разбивок центра вентиляционного ствола и строительных осей

На поверхности, вблизи закладываемого шахтного ствола, имеются пункты I, II опорной сети, координаты которых $X_{I,}$ Y_I, Z_I; X_{II}, Y_{II}, Z_{II}. В проекте даны координаты центра ствола $X_{ц.с.}$, $Y_{ц.с.}$, $Z_{ц.с.}$ и дирекционный угол главной оси (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Исходные данные координат пунктов центра ствола и дирекционного угла главной оси ствола шахты

Пункты	Координаты			Дирекционный угол оси ствола, α_{MN}
	X	*Y*	*Z*	
1	5298,475	7330,726	135,420	
2	5230,045	7387,521	141,.560	$45^{o}30^{'}$
ц. с.	5210,020	7305,080	150,700	

Для того, чтобы задание было индивидуальным, необходимо, согласно своих инициалов, в координаты устья ствола вести поправки, которые даны в табл. 2.2.

Решение задачи сводится к определению разбивочных элементов горизонтальных углов β_1, β_2, $\beta_{3,}$ горизонтальных проложений l_1, l_2, а затем наклонных длин - L_{H1}, L_{H2}.

Порядок работы

1. Составить план в масштабе 1: 1000 и по координатам нанести на него маркшейдерские пункты опорной сети, центр ствола, его главной оси и рельеф (см. рис. 2.1).

2. По координатам пунктов вычислить дирекционные направления линий и горизонтальное проложение между двумя пунктами, используя обратную геодезическую задачу.

Вычисления могут быть выполнены с помощью ЭВМ и логарифмических таблиц.

Методику расчета дирекционного направления и горизонтального проложения рассмотрим для линии I - ц.с..

Таблица 2.2

Поправки в координаты центра и дирекционный угол главной оси ствола

№№ п/п	Алфавит	Ф	И	О	Ф	Примечание
		ΔX	ΔУ	ΔZ	Δα	
1	А	-1	+7	-3	1	
2	Б	-2	+8	+1	2	Ф - фамилия
3	В	-3	+9	-1	3	И - имя
4	Г	-4	+6	+2	4	О - отчество
5	Д	-5	+5	+3	5	
6	Е	-6	+4	-3	6	Например:
7	Ё	-7	+30	-2	7	студент
8	Ж	-8	+4	-1	8	Денисов Н.С.
9	З	-9	+5	+1	9	получает
10	И	-10	+6	+2	10	поправки
11	К	-11	+7	+3	11	ΔX = -5 м
12	Л	-12	+8	+4	12	$\Delta У$ = +10 м
13	М	-13	+9	-4	13	ΔZ = +2 м
14	Н∨	-14	+10	-3	14	Δα = 5°
15	О	-15	+11	-2	15	Координаты
16	П	+15	-11	-1	16	центра ствола
17	Р	+14	-10	+1	17	будут:
18	С∨	+13	-9	+2	18	x = 5205,020
19	Т	+12	-8	+3	19	y=7315,080
20	У	+11	-7	+4	20	z=152,700
21	Ф	+10	-6	+3	21	дирекцион-
						ный угол
22	Х	+9	-5	+2	22	оси ствола
23	Ц	+8	-4	+1	23	будет:
24	Ч	+7	-3	-1	24	α = 50°30'
25	Ш	+6	-2	-2	25	
26	Щ	+5	-1	-3	26	
27	Э	+4	+10	-4	27	
28	Ю	+3	+20	-3	28	
29	Я	+2	+3	-2	29	

Через логарифмы:

$$\lg \cdot \operatorname{tg} r_{(\text{I} - \text{ц.с.})} = \lg (Y_{\text{ц.с.}} - \text{У}_\text{I}) - \lg (X_{\text{ц.с.}} - X_\text{I}).$$

Затем вычисляют значения $\operatorname{tg} r_{(\text{I} - \text{ц.с.})}$; $r_{(\text{I} - \text{ц.с.})}$ и $\alpha_{(\text{ I} - \text{ц.с.})}$.
Через тригонометрические функции:

$$\operatorname{tg} r_{(\text{I} - \text{ц.с.})} = \frac{\acute{O}_{\text{ö.ñ.}-} - \acute{O}_I}{X_{\text{ö.ñ.}} - X_I} = \frac{\Delta \acute{O}}{\Delta X}.$$

По знакам приращений ΔY и ΔX определяется, в какой четверти находится румб (r) (рис. 2.2) и, соответственно, вычисляется дирекционный угол этой линии.

$$\alpha_{\text{I} - \text{ц.с.}} = 180^\circ + r_{(\text{I} - \text{ц.с.})},$$

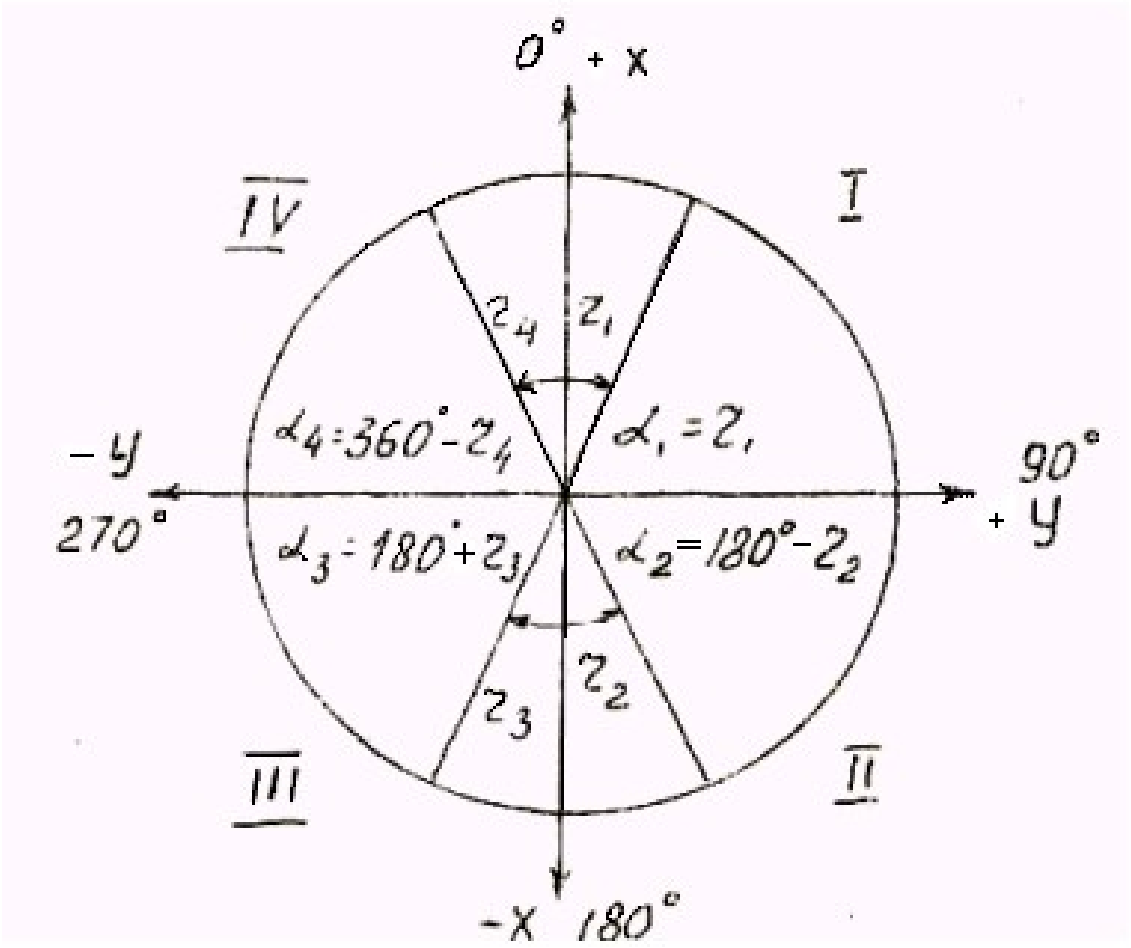


Рис. 2.2. Схема для определения дирекционных углов

Так, например, для направления I - ц.с.:

$$\alpha_{\text{I - ц.с.}} = 180^{\circ} + r_{(\text{I - ц.с.})}.$$

Аналогично вычисляются дирекционные углы линий II- ц.с., I-II.

3. По разности дирекционных углов линий определить горизонтальные углы β_1, β_2, β_3, которые необходимо отложить в натуре. Так, например, $\beta_1 = \alpha_{\text{I - ц.с.}} - \alpha_{\text{I-II}}$. Контролем вычисления углов является уравнение:

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3' = 180^{\circ}.$$

4. Определить горизонтальное проложение линии I- ц.с.

$$l_{(\text{I - ц.с.})} = \frac{Ó_{\text{ö.ñ.}} - Ó_I}{\sin r_{(I-\text{ö.ñ.})}} = \frac{\tilde{O}_{\text{ö.ñ.}-} - \tilde{O}_I}{\cos r_{(I-\text{ö.ñ.})}}.$$

Через логарифмы:

$$\lg l_{(\text{I - ц.с.})} = \lg (Y_{\text{ц.с.}} - Y_{\text{I}}) - \lg \sin r_{(\text{I - ц.с.}),}$$

$$\lg l_{(\text{I - ц.с.})} = \lg (X_{\text{ц.с.}} - X_{\text{I}}) - \lg \cos r_{(\text{I - ц.с.}).}$$

Далее, по $\lg l_{(\text{I - ц.с.})}$ определяется ее длина. Расхождение в длине линии, вычисленной через sin *r* и cos *r,* допускается 10 мм.

5. Определить наклонную длину линии I - ц.с.

По абсолютным отметкам *z* пунктов данной линии и по ее горизонтальному проложению *l* определяют наклонную длину L_H (рис. 2.3).

$$\text{tg}\delta = \frac{\Delta z}{l}; \qquad L_H = \frac{l}{\cos\delta},$$

где δ - угол наклона линии, град.

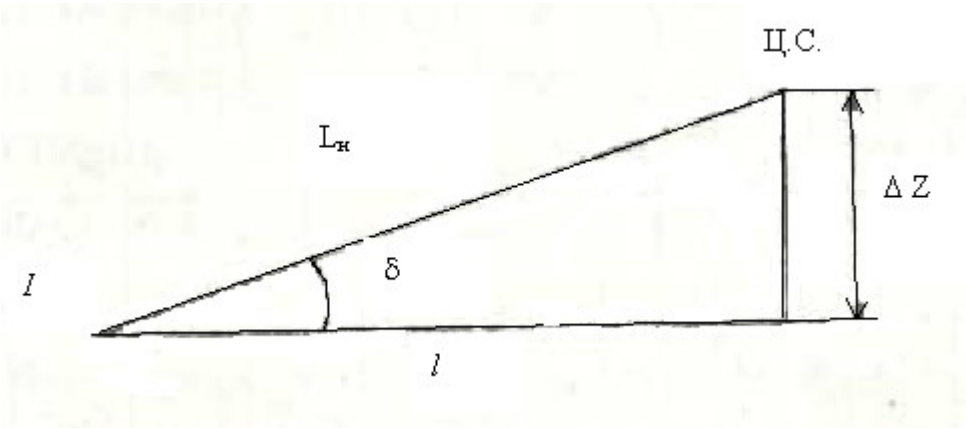


Рис. 2.3. Схема для определения наклонной длины линии

$$\delta = \operatorname{arctg}\frac{\Delta z}{l},$$

где Δz - разность отметок концов определяемой линии.

Или через логарифмы

$$\lg L_H = \lg l - \lg \cos \delta ;$$
$$\lg \operatorname{tg} \delta = \lg \Delta z - \lg l.$$

Затем по антилогарифму находят δ и L_H.

Или

$$L_H = \sqrt{(Y_{\text{ц.с.}} - Y_1)^2 + (X_{\text{ц.с.}} - X_1)^2 + (Z_{\text{ц.с.}} - Z_1)^2} .$$

6. После окончания всех вычислений вычерчивается план (см. рис. 2.1), на который наносятся по заданным координатам маркшейдерские пункты, центр и оси ствола.

Рекомендуется на этом же чертеже, в пределах точности графических построений, проконтролировать правильность вычислений l_1, l_2 (при помощи масштабной линейки) и разбивочных углов β_1, β_2, β_3 (транспортиром).

7. Дать описание методики выноса центра ствола и осей на местность.

3. ПОСТРОЕНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ЦЕЛИКА ПОД СООРУЖЕНИЕ

3.1. Общее положение

Наиболее надежным методом охраны сооружений является метод оставления предохранительных целиков.

Расчет предохранительных целиков заключается в определении их границ и в нанесении их на план горных работ. Предохранительные целики ограничиваются линиями пересечения охранных плоскостей с поверхностью лежачего бока пласта.

Плоскости проводятся через границы охраняемого участка дневной поверхности под углом φ в наносах и под углами β, β', γ, δ в коренных породах.

Площадь охраняемого участка земной поверхности слагается из площади охраняемого объекта и площади бермы.

Бермой называется предохранительная полоса вокруг охраняемого объекта, которая служит для предотвращения возможных ошибок, вызываемых неточностью определения углов сдвижения.

Ширина бермы зависит от категории охраняемого объекта. Величины углов сдвижения φ, β, γ, δ и значения ширины бермы для различных бассейнов и месторождений приведены в табл. 3.1.

Предохранительные целики оставляются не всегда, а только в тех случаях, когда глубина разработки меньше так называемой безопасной глубины. Для различных объектов существуют предельные безопасные (практические) деформации земной поверхности, которые не вызывают повреждений в сооружениях и не нарушают нормальную их эксплуатацию. Зная величины таких деформаций, можно найти значение коэффициента безопасности, который используется для определения безопасной глубины разработки по формуле:

$$H_{\delta} = m \cdot K_{\delta},$$

где m - вынимаемая мощность пласта, м; K_{δ} - коэффициент безопасности.

Величины коэффициентов безопасности для некоторых бассейнов и месторождений приведены в табл.3.2.

Таблица 3.2

Коэффициенты безопасности для угольных месторождений и бассейнов

Бассейны месторождения	Угол падения пласта α°	Коэффициенты безопасности $K_б$ в зависимости от категории охраны					
		I	II	III	IV	V	VI
Челябинский Буланаш		300 - 350	150 - 200				
Кизеловский	0 - 45 46 - 90	200 150	150 100	75 75			
Карагандинский	α ≤ 44 α ≥ 45	250 300	150 200	100 125			
Донецкий	α ≤ 45 α ≥ 45	450 500	350 400	250 300	150 200	100 150	50 75

Безопасной глубиной считается такая глубина, при которой и ниже которой горные работы не могут вызвать в подрабатываемых объектах разрушительных деформаций, представляющих опасность для жизни людей, а также вызывающих остановку производственных процессов.

3.2. Построение предохранительного целика под здание методом вертикальных разрезов

Охраняемый объект подлежит охране по 2 категории. Под зданием в центре на глубине 220 м залегает угольный пласт мощностью 1,3 м с углом падения 21°. Вмещающие породы представлены аргиллитами, алевролитами, песчаниками. Мощность наносов - 25 м (рис. 3.1).

Порядок работы

1. Лист чертежа делят на четыре части (см. рис. 3.1). В левой нижней части помещают выкопировку с плана масштаба 1:1000 или 1:2000, 1:5000, содержащую координатную сетку, контуры

охраняемого объекта, изображение рельефа земной поверхности, направления линий простирания и падения пласта.

2. Строится контур охраняемого участка земной поверхности 1, 2, 3, 4, 5, 6. Для чего охраняемый объект вписывается в прямоугольник с таким расчетом, чтобы стороны его были параллельны линиям простирания и падения пласта и являлись касательными к объекту. В контур прямоугольника иногда входят несколько объектов, если они одинаковой категории охраны и расположены так близко друг к другу, что целики построенные для них будут перекрываться.

3. Построенный прямоугольник увеличивается во все стороны на размер бермы. Ширина бермы зависит от категории охраняемого объекта (табл. 3.1).

4. Построение разреза вкрест простирания пласта осуществляется перенесением с плана точек *а*, *б*, на разрез a', b', при этом в масштабе откладывают мощность наносов и глубину залегания (H) пласта по центру здания, а затем по известному углу падения строят пласт.

5. Из точек a' и b' проводят линии под углом φ в наносах и под углами β и γ в коренных породах (β - со стороны восстания, γ - со стороны падения пласта), взятых из табл.3.1, до пересечения с лежачим боком пласта. При этом на разрезе вкрест простирания получают нижнюю и верхнюю границы целика (точки *k* и *l*).

6. По простиранию пласта строят разрез. На этот разрез с плана переносят точки δ и *b*, получают δ', b', также наносят линии под углами сдвижения φ в наносах и под углом δ в коренных породах. На эти линии проектируют с разреза, построенного вкрест простирания пласта, точки верхней и нижней границ целика, в результате чего находят ширину целика по верхней и нижней его границам ($l'l'$ и $k'k'$).

7. На план проектируют границы целика с вертикальных разрезов.

8. Вычисляют безопасную глубину по формуле $H_\delta = mK_\delta$ и откладывают ее на разрезе вкрест простирания от земной поверхности, получают точку *N* (см. рис. 3.1). Точку *N* пересечения лежачего бока пласта с горизонтом безопасной глубины проектируют

на план, параллельно простиранию проводят линию $n'n'$ и, таким образом, окончательно ограничивают целик по падению $n'l''l''n'$.

9. Границы предохранительных целиков, а также контуры охраняемого участка земной поверхности на планах вычерчивают красным цветом.

Построение предохранительного целика методов перпендикуляров выполняется на плане (см рис. 3.1) построения целика методом вертикальных разрезов.

3.3. Построение охранного целика под здание методов перпендикуляров

Порядок выполнения

1. На плане (см. рис. 3.1) от контура здания откладывают берму, равную 10 м, для 2 категории охраны сооружений.

2. В зависимости от величины угла сдвижения в наносах и мощности наносов проводим контур охраняемого участка под наносами (точки 1, 2, 3, 4, 5, 6).

3. Из точек контура охраняемого участка проводят перпендикуляры, а также определяют глубины H от поверхности до лежачего бока пласта в точках охраняемого участка, используя горизонтали земной поверхности и поверхность лежачего бока пласта.

4. Транспортиром измеряют острые углы θ_1 и θ_2 на плане между контуром охраняемого участка и простиранием пласта.

5. Вычисляют длины перпендикуляров q_i и l_i по формулам:

$$q_i = \frac{(H - M) \cdot \mathrm{ctg}B'}{1 + \mathrm{ctg}\beta' \cdot \mathrm{tg}\alpha \cdot \cos\theta};$$

$$l_i = \frac{(H - M) \cdot \mathrm{ctg}\gamma'}{1 - \mathrm{ctg}\gamma' \cdot \mathrm{tg}\alpha \cdot \cos\theta},$$

где q - величина перпендикуляра в сторону восстания пласта; l - величина перпендикуляра в сторону падения пласта; H - глубина от земной поверхности до лежачего бока пласта; M - мощность на-

носов; θ - острый угол между контуром охраняемого участка и простиранием пласта; β', γ' - значения углов сдвижения при диагональном расположении охраняемого объекта относительно простирания пласта.

Углы сдвижения β' и γ' вычисляют по формулам:

$$\operatorname{ctg}\beta' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2\beta \cdot \cos^2\theta + \operatorname{ctg}^2\delta \cdot \sin^2\theta};$$
$$\operatorname{ctg}\gamma' = \sqrt{\operatorname{ctg}^2\gamma \cdot \cos^2\theta + \operatorname{ctg}^2\delta \cdot \sin^2\theta}.$$

Если направление контура охраняемого участка перпендикулярно простиранию пласта, т. е. θ = 90°, то, преобразовав вышеуказанные формулы, получим ctg β' = ctg γ' = ctg δ. В этом случае длины перпендикуляров вычисляют по формуле:

$$q = l = (H - M)\operatorname{ctg}\delta,$$

и откладывают их по направлению простирания пласта.

Для получения контура охраняемого целика при построении его данным методом из точек 1, 2, 3, 4, 5, 6... (см. рис. 3.1) откладывают в масштабе чертежа вычисленные длины перпендикуляров q_i и l_i. Получим точки $1'$, $1''$, $2'$, $2''$, $3'$, $3''$, $4'$, $4''$, $5'$, $5''$, $6'$, $6''$. Полученные точки $1'$, $1''$, $2'$, $2''$... соединяют попарно прямыми линиями, как показано на рис. 3.1.

Окончательную площадь целика под сооружение принимают ту, которая получилась от перекрытия двух площадей предохранительных целиков, построенных методом разрезов с учетом глубины безопасности и перпендикуляров.

Потери угля в целике могут быть вычислены по формуле:

$$Q = \frac{S \cdot m \cdot M^2}{\cos\alpha \cdot 100^2} R,$$

где S - площадь целика, измеренная на плане планиметром, см^2;
α - угол падения пласта, град; m - номинальная мощность пласта, м; M - знаменатель численного масштаба; R - плотность угля, т/м^3.

4. ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

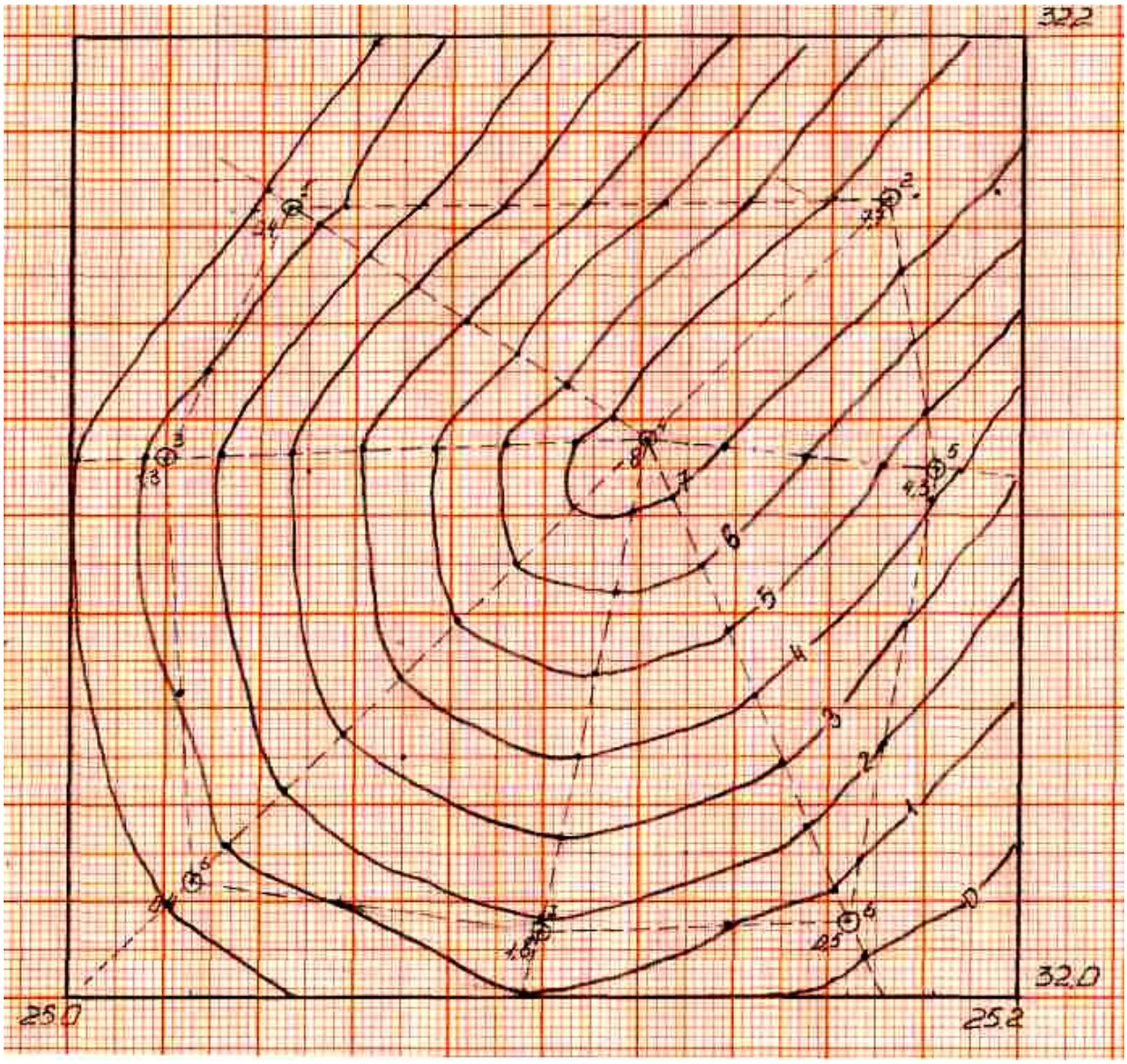
В данном разделе рассматривается один способ подсчета запасов месторождений - способ изолиний или способ объемной палетки проф. П. К. Соболевского, как наиболее совершенный при сложном строении рудных тел.

По данным разведки (табл. 4.1) построенный график изомощностей (рис. 4.1.) наглядно изображает изменение мощности залежи и дает возможность учитывать и отражать геологические особенности строения залежи.

Таблица 4.1

Данные геологической разведки месторождения полезных ископаемых

Номер скв.	Координаты устья скважины			Глубина, м		Абсолютные отметки		Мощность пласта, м
	X, м	У, м	Z, м	до висячего бока пласта	до лежачего бока пласта	висячего бока пласта	лежачего бока пласта	
1	32164	25046	145,6	11,4	11,8			
2	32167	25172	148,2	6,9	14,6			
3	32112	25020	144,0	11,0	12,3			
4	32116	25121	147,3	9,6	17,6			
5	32110	25182	149,5	11,5	15,8			
6	32024	25026	144,4	10,4	10,8			
7	32014	25100	146,8	13,3	15,1			
8	32016	25164	148,9	16,9	17,4			



М 1:2000

Рис. 4.1. План изомощности залежи

Объемная палетка позволяет определить объем залежи при наличии графика изомощностей. Объемная палетка представляет собой сетку точек, расположенных по углам квадратов со сторонами a = 0,5 (1,0; 2,0) см вычерченную на прозрачном материале (восковке, пленке) (табл. 4.2).

Формулы для расчета отметок:

- висячего бока: $Z_{в.б.} = Z_{уст.} - Гл_{в.б.}$;
- лежачего бока: $Z_{л.б.} = Z_{уст.} - Гл_{л.б.}$;
- мощности: $m = Z_{в.б.} - Z_{л.б.}$.

Таблица 4.2

Точечная палетка проф. Соболевского

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	Σ
1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
11	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
12	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
13	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
14	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
15	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
16	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
17	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
18	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
19	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
20	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
21	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
22	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Σ																							

Составляем план изолиний месторождения каменного угля и таблицу подсчета запасов МПИ.

Объем залежи в кубических метрах вычисляем по формуле:

$$V = \frac{a^2(\sum m_i - \frac{1}{2}\sum m_i')M^2}{100^2},$$

где a^2 – площадь квадрата палетки, см^2; M – знаменатель численного масштаба графика изомощностей (2000); $\sum m_i'$ - сумма мощностей, прочитанных по точкам палетки, расположенным внутри контура залежи на расстоянии менее 0,5a (a – размер стороны квадрата палетки) от изолинии нулевой мощности, м; $\sum m_i$ - все остальные мощности.

Количество полезного ископаемого (тыс. т.) в пределах подсчетного участка пласта определится по формуле:

$$Q = V \cdot \rho,$$

где V – объем полезного ископаемого; ρ - плотность полезного ископаемого, т/м^3.

Для определения объема залежи на план изомощностей (см. рис. 4.1) накладываем палетку, определяем значения мощностей в точках палетки (m_i) и выписываем их в специальный журнал (табл. 4.3). Вертикальные колонки и горизонтальные строки журнала соответствуют вертикальным и горизонтальным рядам точек палетки и обозначены римскими и арабскими цифрами. Далее суммируем значения мощностей по сторонам (1, 2, 3... и т. д.) и колонкам (I, II, III... и т. д.), и записываем суммы в результирующие - колонку А и строку В.

Контролем правильности вычисления Σm_i является точная ее сходимость в колонке А и строке В.

Таблица 4.3

Таблица подсчета запасов МПИ

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
I	-	-	-	1	1,8	3	4	5,3	6,4	7,5	29
II	-	-	0,5	1,6	2,7	3,9	5,1	6,3	7,3	7,2	34,6
III	-	0,3	1,4	2,7	3,9	5,2	6,3	7,5	7,3	6,1	40,7
IV	-	1,1	2,5	3,9	5	6,3	7,6	7,3	6,1	4,9	44,7
V	0,6	1,9	3,2	4,6	6	7,4	7,1	6,2	5	3,9	45,9
VI	0,6	1,9	3,2	4,5	5,7	6,3	6,1	5,2	4,2	2,7	40,4
VII	0,4	1,6	3	4,1	4,8	5,2	4,8	4,1	3	1,8	32,8
VIII	0,2	1,2	2,4	3,2	3,7	4	3,6	3,1	2	0,9	24,3
IX	-	0,8	1,5	2,3	2,6	2,7	2,4	1,9	0,9	0,3	15,4
X	-	-	0,4	0,8	1,4	1,4	1	0,4	0,1	-	5,5
Σ′	1,8	8,8	18,1	28,7	37,6	45,4	48	47,3	42,3	35,3	313,3

Решение простейших задач по планам с учетом деформации бумаги плана

Исходные данные (берутся с планшета М 1:2000)

Точка № 480 $a = 87{,}2$ мм $a' = 12{,}3$ мм

$в = 60{,}4$ мм $в' = 40{,}2$ мм

$A_0 = 15{,}0$ км $B_0 = 22{,}0$ км

Точка № 521	$a = 93{,}1$ мм	$a' = 6{,}4$ мм
	$в = 56{,}9$ мм	$в' = 42{,}5$ мм
	$A_2 = 15{,}2$ км	$B_0 = 22{,}0$ км
Точка № 514	$a = 84{,}2$ мм	$a' = 14{,}9$ мм
	$в = 16{,}4$ мм	$в' = 83{,}4$ мм
	$A_2 = 15{,}2$ км	$B_4 = 22{,}4$ км

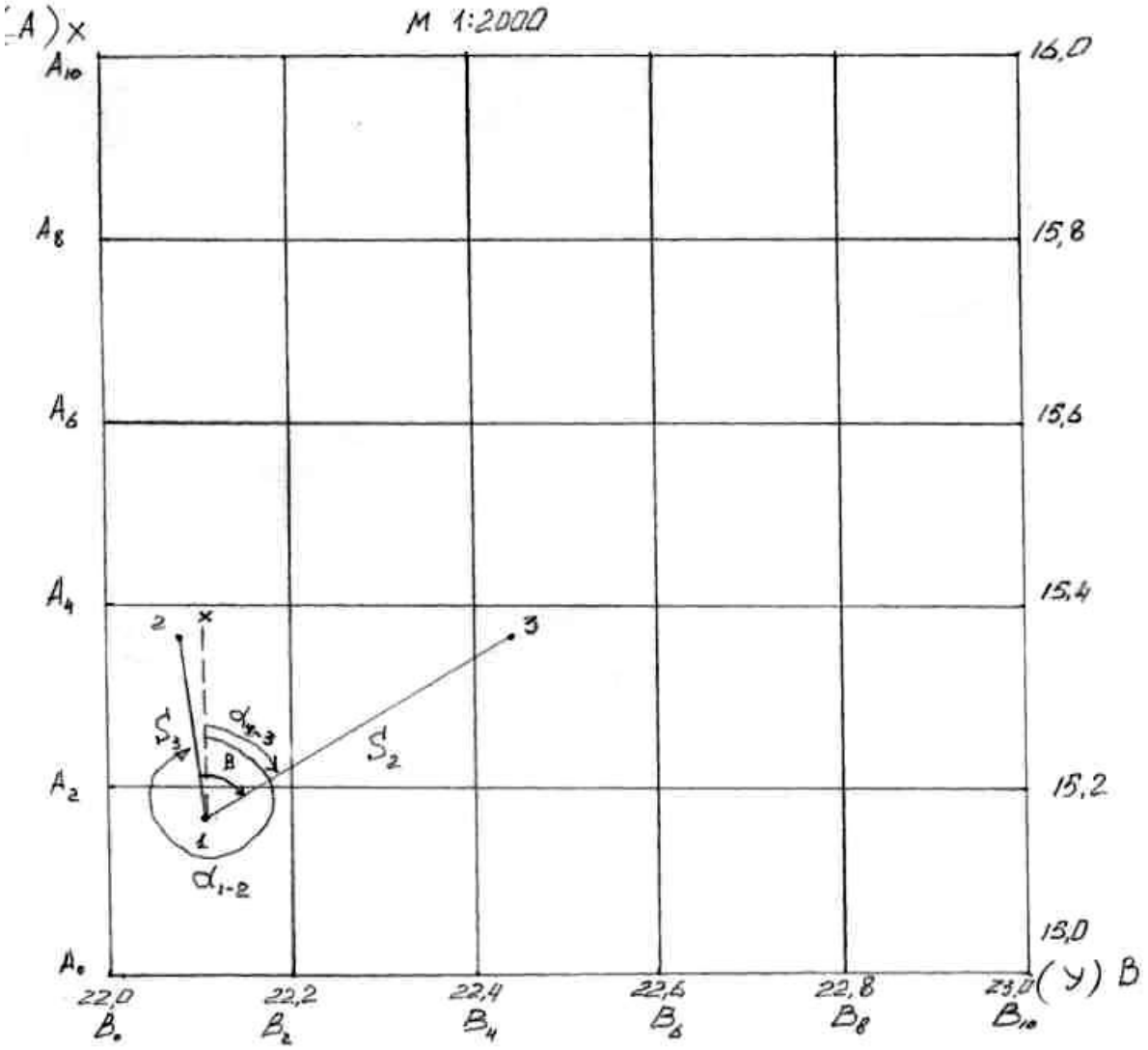


Рис. 4.2. Схема расположения скважин

Вычисляем координаты точек 1, 2, 3 (с точностью до миллиметра).

$$x_i = A + \frac{a}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{a+a'}; \qquad y_i = B + \frac{b}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{b+b'},$$

где d - размер координатной сетки (100 х 100); a, a' – берутся размеры с плана с точностью до 10 долей миллиметра по оси X; b, b' – берутся размеры с плана с точностью до 10 долей миллиметра по оси Y; $\frac{d}{a+a'} = \Delta X$; $\frac{d}{b+b'} = \Delta Y$ - коэффициент деформации по осям X и Y.

Вычисляем координаты точки 1:

$$x_1 = A_0 + \frac{a}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{a+a'} = 15{,}0 + \frac{87{,}2}{\frac{1}{2000}} \cdot \frac{100}{87{,}2+12{,}3} = 15{,}175276 \text{ êì};$$

$$y_1 = B_0 + \frac{b}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{b+b'} = 22{,}0 + \frac{60{,}4}{\frac{1}{2000}} \cdot \frac{100}{60{,}4+40{,}2} = 22{,}120079 \text{ êì}.$$

Координаты точки 2:

$$x_2 = A_2 + \frac{a}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{a+a'} = 15{,}2 + \frac{93{,}1}{\frac{1}{2000}} \cdot \frac{100}{93{,}1+6{,}4} = 15{,}387135 \text{ êì};$$

$$y_2 = B_0 + \frac{b}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{b+b'} = 22{,}0 + \frac{56{,}9}{\frac{1}{2000}} \cdot \frac{100}{56{,}9+42{,}5} = 22{,}114486 \text{ êì}.$$

Координаты точки 3:

$$x_3 = A_2 + \frac{a}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{a+a'} = 15{,}2 + \frac{84{,}2}{\frac{1}{2000}} \cdot \frac{100}{84{,}2+14{,}9} = 15{,}369929 \text{ êì};$$

$$y_3 = B_4 + \frac{b}{\frac{1}{i}} \cdot \frac{d}{b+b'} = 22{,}4 + \frac{16{,}4}{\frac{1}{2000}} \cdot \frac{100}{16{,}4+83{,}4} = 22{,}432865 \text{ êì}.$$

Вычисляем горизонтальное проложение S_3 и S_2:

$$S_2 = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2} =$$

$$= \sqrt{(15{,}369929 - 15{,}175276)^2 + (22{,}432865 - 22{,}120079)^2} = 0{,}368408 \text{ êì};$$

$$S_3 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} =$$

$$= \sqrt{(15{,}387135 - 15{,}175276)^2 + (22{,}114486 - 22{,}120079)^2} = 0{,}211933 \text{ êì}.$$

Вычисляем угол β:

$$\beta = \alpha_{1-3} - \alpha_{1-2} = \left(58^{\circ}06'18'' + 360^{\circ}\right) - 358^{\circ}69'56'' = 59^{\circ}37'02'';$$

$$\alpha^{r}_{1-3} = \text{arctg}\frac{y_3 - y_1}{x_3 - x_1} = \text{arctg}\,1{,}60689 = 58^{\circ}06'18'';$$

$$\alpha_{1-3} = \alpha^{r}_{1-3} = 58^{\circ}06'18'';$$

$$\alpha^{r}_{1-2} = \text{arctg}\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \text{arctg}\,0{,}0264 = 1^{\circ}30'44'';$$

$$\alpha_{1-2} = 360 - \alpha^{r}_{1-2} = 358^{\circ}69'56''.$$

Ответ: S_2 =0,368408 км; S_3 = 0,211933 км; β = 59°37'02.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Меньшиков А. Д., Ростовцев В. Н.* Методическое пособие к практическим работам по курсу Сдвижение земной поверхности под влиянием горных разработок. СГИ. 1968. 68 с.

2. *Оглоблин Д. Н.* и др. Маркшейдерское дело. М., Недра, 1981. 704 с.

3. *Пятлин М. П.* Маркшейдерские работы при шахтном строительстве: Практикум. Л.: ЛГИ, 1976. 54 с.

4. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок в Челябинском буроугольном бассейне. Л: 1976. 73 с.

5. *Синанян Р. Р*. Маркшейдерское дело. М., Недра, 1988. 312 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.34 МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Автор: Леонтьев А. Т., доцент, к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Маркшейдерского дела	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Жабко А. В.	Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 17.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..3

1.Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся …….…… 5

2.Содержание курса …… 7

3.Перечень вопросов для проведения самопроверки и подготовки к экзамену…… 8

4. Комплект тестовых заданий для самопроверки и подготовки к экзамену……...9

5.Содержание расчетно-графических работ…… 12

6.Перечень рекомендуемой литературы…… 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 под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы обучающихся является закрепление знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у обучающихся 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 обучающихся, 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 обучающихся 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 обучающихся);
- информационно-обучающую (учебная деятельность обучающихся на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы обучающихся должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития обучающихся;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню обучающегося;
- задания должны быть адаптированными к уровню обучающихся.

Содержание самостоятельной работы обучающихся представляет собой совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить обучающийся в процессе обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся по дисциплине «Маркшейдерское дело» обращают внимание обучающегося 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*, сдаче теста зачета экзамена и выполнения курсовой работы.

Настоящие методические указания позволят обучающимся 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 по данному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Маркшейдерское дело» 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 тестированию;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету и экзамену.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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, вопросы к текущей и промежуточной аттестации, 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 обучающегося.

При подготовке к практическим занятиям требуется:

- изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, электронные ресурсы;
- выполнить расчетно-графические работы;
- ответить на вопросы опросного списка.

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 зачета. Информацию о графике выполнения самостоятельных работ и критериях оценки учебной работы обучающийся преподаватель сообщает на первой лекции курса.

Для организации и контроля учебной работы обучающихся используется проверка расчетно-графических работ, опрос, тестирование. Форма промежуточной аттестации: ,экзамен.

Организация самостоятельной работы обучающегося

Самостоятельная работа обучающегося (СРС) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы обучающегося по данной учебной дисциплине. Объемы и виды трудозатрат по всем отдельным видам представлены в разделе 7 (РПД). Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы обучающихся, предусмотренному учебными планами по дисциплине в текущем семестре.

Перечни аудиторных и внеаудиторных занятий и заданий (расчетно-графические работы), 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, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений реакций. 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 (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий химии, новые незнакомые термины и названия, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма це-

лесообразно 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 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, обучающимся следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1: Содержание и задачи дисциплины

Содержание и задачи дисциплины, ее теоретическое и практическое значение для маркшейдеров. Связь курса с другими дисциплинами. Предмет, объекты изучения и задачи маркшейдерского дела. Общественные и международные организации маркшейдеров.

Тема 2: Опорные маркшейдерские сети на карьерах

Классификация опорных маркшейдерских сетей. Развитие и реконструкция опорных сетей.

Требования к опорным сетям, способы и методика их построения при строительстве и эксплуатации карьеров.

Тема 3: Создание съемочных сетей на карьерах

Цель и задачи съемочных сетей, их классификация. Требования к съемочным сетям. Способы создания съемочных сетей. Выбор места заложения, закрепление пунктов.

Геодезические засечки, аналитические сети, теодолитные ходы, профильные линии, прямоугольная сетка, фотограмметрические засечки. Методика измерений и вычислений.

Спутниковая система GPS: краткая характеристика, порядок работы, выбор схем полевых измерений, камеральная обработка результатов измерений.

Тема 4: Маркшейдерская съемка карьеров и отвалов

Цель и задачи маркшейдерской съемки. Требования к маркшейдерской съемке, исходные данные, приборы и оборудование. Объекты и элементы детальной маркшейдерской съемки. Способы маркшейдерских съемок: тахеометрический; ординатно-линейный, стереофотограмметрический. Методика измерений, камеральная обработка.

Маркшейдерские работы при экскавации и транспортировке горной массы, укладке подъездных железнодорожных путей.

Тема 5: Маркшейдерские работы при обеспечении буровзрывных работ

Составление крупномасштабного плана участка взрыва по результатам детальной маркшейдерско-геологической съемки. Составление проекта буровзрывных работ, создание на участке работ съемочного обоснования, определение положения скважин, проведение детальной маркшейдерской съемки участка после взрыва.

Тема 6: Маркшейдерские работы при проходке траншей

Обеспечение района проходки траншей пунктами съемочного обоснования, составление технического проекта трассы выездной траншеи; перенесение с проекта в натуру параметров траншеи, маркшейдерский контроль за проходкой траншеи.

Тема 7: Маркшейдерские работы при дражном и гидравлическом способах разработки россыпей

Общие сведения. Маркшейдерское обеспечение горно-подготовительных, строительно-монтажных и добычных работ на россыпях.

Съемка и замер дражных выработок. Съемка контуров, измерение глубины черпания драги. Автоматические способы съемки подводной части дражного разреза. Определение объемов дражных разработок, трассирование дражных ходов. Маркшейдерские работы при гидравлических разработках россыпей.

Тема 8: Применение спутниковой геодезии на карьерах

Основные положения спутниковой геодезии, технологии съемок комплексами глобальных спутниковых систем, приборное и программное обеспечение спутниковых съемок, создание и реконструкция маркшейдерского опорного обоснования с использованием спутниковой геодезии.

Тема 9: Маркшейдерские работы при рекультивации земель на горных предприятиях

Общие сведения о рекультивации земель. Виды нарушений земной поверхности в горнопромышленных районах. Создание планового и высотного обоснования маркшейдерских съемок. Маркшейдерские работы при рекультивации земной поверхности, породных отвалов и благоустройстве рекультивированных территорий.

Тема 10: Маркшейдерские подземные опорные сети

Общие сведения о подземных маркшейдерских опорных сетях. Закрепление пунктов опорной сети. Методика измерений углов и длин. Камеральная обработка результатов измерений.

Тема 11: Маркшейдерская съемка в подземных горных выработках

Создание съёмочного обоснования в горных выработках. Закрепление пунктов съёмочной сети. Угловые и линейные измерения. Обработка результатов съёмки. Детальная съёмка горных выработок способом перпендикуляров и полярным способом. Съемка камер и пустот. Геометрическое нивелирование в горных выработках. Тригонометрическое нивелирование в горных выработках.

Тема 12: Геометрические способы ориентирования подземных горных выработок

Общие сведения о горизонтальных соединительных съёмках. Ориентирование через наклонные выработки и через штольню. Ориентирование через один вертикальный ствол. Проецирование точек с поверхности в шахту с помощью отвесов. Примыкание к отвесам по способу соединительных треугольников и их решение. Соединительная съёмка через два вертикальных ствола.

Тема 13: Гироскопические способы ориентирования подземных горных выработок

Краткие сведения о теории гироскопического ориентирования. Общие сведения о маркшейдерских гирокомпасах. Устройство гирокомпаса. Производство гироскопического ориентирования. Ориентирно-соединительная съёмка с помощью гироскопических приборов.

Тема 14: Вертикальная соединительная съемка подземных горных выработок

Общие сведения. Передача высотной отметки через вертикальный ствол при помощи шахтной ленты. Передача высотной отметки через вертикальный ствол при помощи длинномера ДА-2. Передача высотной отметки при помощи светодальномера.

Перечень примерных вопросов для проведения самопроверки и подготовки к экзамену

1.Маркшейдерское дело и его задачи на различных этапах освоения.
2.Вертикальная соединительная съемка.
3.Вынос в натуру горизонтального угла (2 случая).
4.Задачи маркшейдера при строительстве шахт, сооружений и тоннелей.
5.Закрепление точки (репера) на заданной в проекте высотной отметки.

6.Классификация, составление и оформление графической маркшейдерской документации.
7.Краткая историческая справка о развитии маркшейдерского дела.
8.Маркшейдерская графическая документация. Требования к ней и ее виды.
9.Маркшейдерские опорные и съемочные сети на земной поверхности.
10.Маркшейдерские работы при проходке и креплении вертикальных шахтных стволов.
11.Маркшейдерские работы при строительстве тоннелей и выработок большого сечения.
12.Нивелирование подземных горных выработок геометрическим способом.
13.Перенесение в натуру горизонтального расстояния на неровной наклонной местности.
14.Перенесение в натуру горизонтального расстояния с плана на местность.
15.Перенесение в натуру линии под заданным уклоном.
16.Перенесение в натуру линий под заданным углом наклона.
17.Перенесение в натуру оси сооружения (три случая).
18.Перенесение точки по заданным ее координатам.
19.Роль маркшейдерских работ и их значение в практической деятельности горных инженеров.
20.Создание разбивочной сети на поверхности. Вертикальная планировка промплощадки.
21.Структура маркшейдерской службы в стране.
22.Топографические съемки поверхности промплощадки.
23.Геометрическое ориентирование шахт через один вертикальный ствол.
24.Горные теодолиты и приспособления для их установки и центрирования.
25.Измерение длин линий.
26.Измерение горизонтальных и вертикальных углов.
27.Классификация промышленных запасов по степени их готовности к добыче.
28.Классификация разведанных запасов полезного ископаемого.
29.Методы геометризации месторождений.
30.Методы построения предохранительных целиков под охраняемыми объектами.
31.Общие сведения о горизонтальных и соединительных подземных съемках.
32.Общие сведения о подземных маркшейдерских съемках.
33.Общие сведения о процессах сдвижения горных работ.
34.Ориентирование подземной съемки через штольню или наклонный шахтный ствол.
35.Основные сведения о разбивке зданий и сооружений.
36.Основные факторы, влияющие на характер процесса сдвижения горных пород.
37.Особенности процесса сдвижения горных пород и охрана сооружений при подземной разработке рудных месторождений.
38.Перенесение в натуру точки по координатам методом полярной засечки и прямоугольных координат.
39.Подсчет запасов полезных ископаемых.
40.Расчет объемов земляных работ при вертикальной планировке промплощадки.
41.Состав, виды и содержание маркшейдерской графической документации.
42.Сущность задачи и этапы геометризации месторождений полезных ископаемых.

КОМПЛЕКТ ПРИМЕРНЫХ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Вариант 1		
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Опорные сети на карьере по точности должны быть …	1.I – II классов 2.II – III классов 3.III - IV классов 4. IV класса, 1, 2 разряда 5.1, 2 разряда
2.	В измеренные расстояния в съемочных сетях вводят поправки…	1.за температуру 2.за компарирование 3.за температуру и компарирование 4.за наклон 5.за наклон, температуру и компарирование
3.	Для определения плановых координат точек применяется …	1.профилировка 2.нивелирование 3.полигонометрия 4.гироскопия 5.орентирование
4.	Натяжение рулетки в съемочных сетях осуществляется …	1.от руки 2.динамометром 3.специальным устройством 4.планиметром 5.отвесом
5.	Измерение углов производится способом …	1.шагов 2.приемов 3.деления 4.упражнений
6.	Горные выработки снимают…	1.гироскопическим способом 2.способом многоугольника 3.тахеометрическим способом 4.способом параллелей 5. способом повторений
7.	Нивелирование горных выработок проводится …	1.нивелированием строительным уровнем 2.барометрическим нивелированием 3.тригонометрическим нивелированием 4.геометрическим нивелированием 5.геометрическим и тригонометрическим
8.	Допустимая невязка технического нивелирования…	1.10 мм $\sqrt{L}$ 2. 20 мм $\sqrt{L}$ 3. 30 мм $\sqrt{L}$ 4. 40 мм $\sqrt{L}$ 5. 50 мм $\sqrt{L}$ где L длина хода в км
9.	Профиль откаточных путей строится по пикетам, расстояние между которыми составляет…	1.2 м 2.100 м 3.100или 300 м 4.20 или 30 м
10.	Задание направлений горным выработкам в горизонтальной плоскости фиксируется …	1.теодолитом 2.нивелиром 3.лазерным прибором 4.отвесами 5.лазерными приборами или отвесами
11.	Задание направлений горным выработкам в вертикальной плоскости фиксируется …	1.отвесами 2.боковыми реперами 3.лазерными указателями 4.теодолитом

		5. отвесами или боковыми реперами или лазерными указателями
12.	Для задания направлений применяют …	1.1 отвес 2.2 отвеса 3.3 отвеса 4.4 отвеса 5.5 отвесов
13.	Подземные опорные сети состоят из…	1.полигонометрических ходов; 2.триангуляции; 3.трилатерации; 4.сетей II -го класса; 5.сетей I-го класса.
14.	Ориентирование подземных горных выработок производят…	1.геометрическим способом; 2. тригонометрическим способом; 3. способом круговых приемов; 4. полярным способом; 5. способом перпендикуляров.
15.	Измерение углов по 3-штативной системе…	1.повышает точность измерения углов; 2.не влияет на точность; 3.увеличивает производительность труда; 4.повышает точность и увеличивает производительность работ;
16.	Передачу Z в вертикальный ствол можно осуществить	1. Лазерной рулеткой 2. Тригонометрическим нивелированием 3. Геометрическим нивелированием 4. Прибором ДА2 и шахтной лентой
17.	Съемочные точки на карьере координируются методом …	1. Прямой засечки 2. Обратной засечки 3. Теодолитным ходом Всеми перечисленными способами
18.	Маркшейдерский теодолит должен иметь …	1. Специальную сетку нитей 2. Подсвечивающее устройство 3. Пылевлагозащиту 4. Оптический центрир 1+2+3
Вариант 2		
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Поправка за провес рулетки…	1. вводится при измерении длин линий на весу; 2. определяется контрольным метром; 3. не учитывается; 4. вводится только в подземных сетях; 5.определяется на компараторе.
2.	При вычислении приращений координат используется значение…	1. горизонтального проложения; 2. наклонной длины; 3. наклона; 4. горизонтального угла; 5.вертикального угла.
3.	В измеренные длины в съемочных сетях вводят поправки за…	1. температуру; 2. температуру и наклон; 3. за наклон и провес; 4. за наклон, провес, температуру и компарирование; за наклон, температуру и компарирование.
4.	Соединительный треугольник должен быть…	1. вытянутым; 2. равносторонним; 3. прямоугольным; 4. вытянутым с длинной стороной между отвесами; прямоугольным с длинной стороной между отвесами.
5.	Грузы при проектировании помещают…	1.в воду; 2.на почву выработки; 3. в масло; 4. в масло или в воду с опилками; 5.в изолированный футляр.
6.	Соединительные треуголь-	1. синусов;

	ники решают по теореме …	2. косинусов; 3. тангенсов; 4. синусов и тангенсов; 5.синусов и косинусов.
7.	Съемка горных выработок на карьерах выполняется способом…	1. перпендикуляров; 2. сечений; 3. тахеометрическим; 4.геометрическим; тригонометрическим.
8.	Примыкание к отвесам …	1. соединительным пятиугольником; 2. соединительным треугольником; 3. соединительной призмой; 4. гироскопическим способом; 5.через два ствола.
9.	Тахеометрическую съемку производят…	1. теодолитом; 2. угломером; 3. курвиметром; 4. рулеткой; 5. компасом.
10.	При ориентировании через два ствола опускается …	1. по два отвеса в каждом стволе; 2. по три отвеса в каждом стволе; 3. по одному отвесу в каждом стволе; 4. два отвеса в одном стволе и один в другом; 5. три отвеса в одном стволе и два в другом.
11.	Гироскопическое ориентирование сторон маркшейдерской опорной сети выполняется…	1. на любом расстоянии от ствола; 2. в околоствольных выработках; 3. в 2 км от ствола; 4. только при сбойке горных выработок; 5. при контрольных съемках.
12.	Задание направлений горным выработкам в горизонтальной плоскости производится …	1.теодолитом 2.нивелиром 3.шахтной лентой 4.рулеткой 5.светодальномером
13.	Превышение между точками можно вычислить…	1.по горизонтальному проложению и горизонтальному углу; 2. по наклонному расстоянию и горизонтальному углу; 3. по наклонному расстоянию и вертикальному углу; 4. по дирекционному углу наклонному расстоянию.
14.	Допустимая разность между измеренным расстоянием на поверхности и шахте в соединительном треугольнике составляет…	1. 1 мм; 2. 2 мм; 3. 3 мм; 4. 4 мм; 5. 10 мм.

СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

задание № 1 - «Геометризация и подсчет запасов участка месторождения полезного ископаемого».

Используя координаты разведочных скважин (X, Y) и отметки (Z) висячего и лежачего боков рудной залежи, а так же ее мощность, (см. таблицу исходных данных соответствующего варианта) построить гипсометрический план участка месторождения в изолиниях мощности. Подсчитать запасы рудной залежи, в пределах ее границ (контур изолинии 0-метра), методом горизонтальных сечений.

-

Таблица исходных данных для геометризации и подсчета запасов

№ скв	X, м	Y, м	Z		m, м
			вис. бок	леж. бок	
1	16745,000	26240,000	233,5	231,8	1,7
2	16758,000	26319,000	263,0	231,0	32,0
3	16764,000	26390,000	236,8	233,2	3,6
4	16668,000	26238,000	239,2	228,1	11,1
5	16704,000	26310,000	269,3	226,3	43,0
6	16720,000	26400,000	236,6	232,0	4,6
7	16638,000	26300,000	236,8	230,9	5,9
8	16650,000	26370,000	241,0	228,9	12,1

γ=3,2 т/м3

Последовательность выполнения задания:

1 - по данным таблицы исходных данных, строится фрагмент плана с нанесением разведочных скважин с указанием мощности залежи. Геометризация участка залежи полезного ископаемого проведена методом изолиний. Нулевой контур залежи определяется методом интерполирования по мощности пробуренных скважин. Выбрав высоту сечения изолиний, равную 5м, отображаем залежь в изолиниях мощности (см.Рисунок 1).

2 - подсчет запасов производится методом горизонтальных сечений, в качестве, которых выступают изолинии мощности залежи полезного ископаемого. Объем рудной залежи определяется суммой объемов блоков, ограниченных двумя смежными сечениями изолиний. Объем блока равен произведению половины суммы площадей смежных сечений, умноженных на высоту сечения изолиний, равную 5 м:

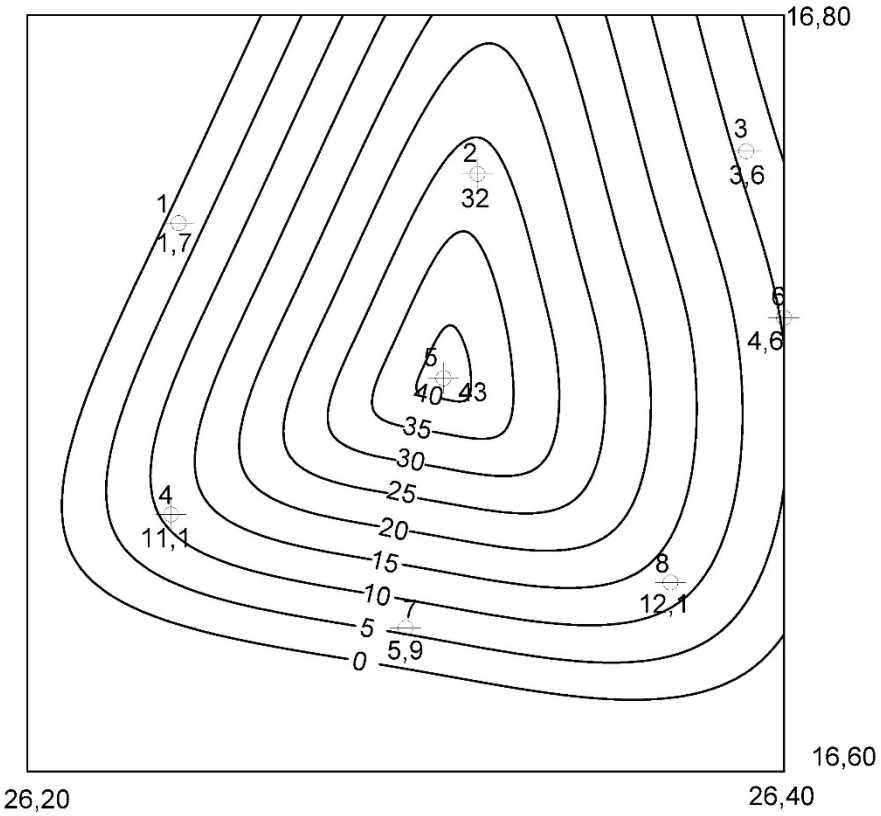


Рисунок1. План изолиний мощности залежи

Задание №2 «Подготовка исходных данных для выноса центра и строительных осей горной выработки с проекта в натуру»

Произвести расчет разбивочных углов и расстояний от пунктов маркшейдерской опорной сети (I, II,) до точки выноса центра и строительных осей (С). В качестве исходных данных являются координаты этих точек (X, Y, Z) и дирекционный угол главной оси выработки (M-N)

Вычисление разбивочных углов ($\beta_{1?2?3}$) производится через дирекционные углы, соответствующих направлений при пункте I , II маркшейдерской опорной сети и точке С.

Вычисление горизонтальных проложений от пунктов I и II до выносимой точки С производятся через их приращения координат. Наклонные расстояния, для выноса точки на местность, получают путем введения поправки за разность высот точек, в горизонтальные проложения, соответствующих направлений. Графическая модель решения задания №2 приведена на рисунке 2.

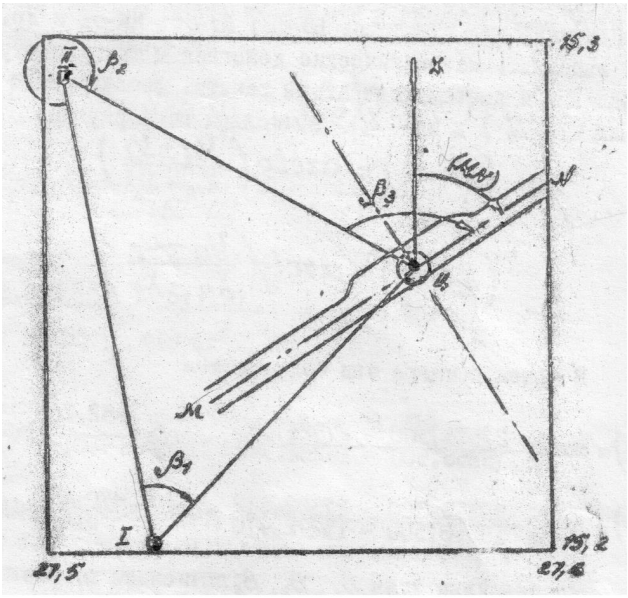


Рисунок 2. План разбивки центра ствола и строительных осей.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (опыта деятельности), характеризующие формирование компетенций

Ознакомление обучающихся с процедурой и алгоритмом оценивания (в начале изучения дисциплины).

Проверка ответов на задания, выполненных работ.

Сообщение результатов оценивания обучающимся, обсуждение результатов.

Оформление необходимой документации.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубко Б.П. и др. Маркшейдерия. Часть 1, 2010. – 208 с.

2. Бадулин А.П. Маркшейдерия: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Геодезия и маркшейдерия» (раздел «Маркшейдерия») для студентов специальностей: «Шахтное строительство» (ШС) и «Взрывное дело» (ВД) направления 130400 – «Горное дело». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. – 45 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректора по УМР
_____В.В. Зубов

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

Год набора: 2025

Авторы: Бачинин И.В. к.п.н, Старостин А.Н., к. ист. н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Теологии	Горно-технологического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Бачинин И.В.	Колчина Н.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 25.09.2024	Протокол №2 от 16.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Освоение лекционного курса 3
Самостоятельное изучение тем курса 3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям 7
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 «вопервых», «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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.О. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению самостоятельной работы

Б1.В.01 КОНСТРУИРОВАНИЕ ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

Год набора: **2025**

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 1 от 20.09.2024
(Дата)	*(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 оборудования: 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. Редакторсоставитель Г.Х. Бойко. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2003. – 240 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
и.о. проректора по УМР
_____В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.04 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД ГОРНЫХ МАШИН

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки

Горные машины и оборудование

год набора: **2025**

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена 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 13.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

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.

Самостоятельная работа обучающихся может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью обучаемых 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 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 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 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 обучающихся online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучаемых.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучаемых 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 обучаемых осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

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.

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

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 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.

При оценивании практико-ориентированного задания, данного студентам 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.

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).
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.

---

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

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.

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

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.

Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена/зачета

Экзамен/зачет - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену/зачету, 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.

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.

ПОВТОРЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

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].

2. 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.

ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Таблица для выбора номеров практических заданий

Вариант	Номера задач по машинам						Вариант	Номера задач по машинам					
	Ш	ПЛ.	РП	АП	ГА	ГП		Ш	ПЛ.	РП	АП	ГА	ГП
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
01	1,1а	2,1а	3,1а	4,1а	5,1а	6,1а	36	1,1б	2,7а	3,6а	4,5а	5,4а	6,4а
02	1,2а	2,2а	3,2а	4,2а	5,2а	6,2а	37	1,2б	2,6а	3,5а	4,4а	5,3а	6,3а
03	1,3а	2,3а	3,3а	4,3а	5,3а	6,3а	38	1,3б	2,5а	3,4а	4,3а	5,2а	6,2а
04	1,4а	2,4а	3,4а	4,4а	5,4а	6,4а	39	1,4б	2,4а	3,3а	4,2а	5,1а	6,1а
05	1,5а	2,5а	3,5а	4,5а	5,5а	6,5а	40	1,5б	2,3а	3,2а	4,1а	5,5а	6,5а
06	1,6а	2,6а	3,6а	4,6а	5,6а	6,6а	41	1,6б	2,2а	3,1а	4,6а	5,6а	6,6а
07	1,7а	2,7а	3,7а	4,7а	5,7а	6,7а	42	1,7б	2,1а	3,7а	4,7а	5,7а	6,7а
08	1,1б	2,1б	3,1б	4,1б	5,1б	6,1б	43	1,1в	2,6б	3,5б	4,4б	5,7б	6,7б
09	1,2б	2,2б	3,2б	4,2б	5,2б	6,2б	44	1,2в	2,5б	3,4б	4,7б	5,6б	6,6б
10	1,3б	2,3б	3,3б	4,3б	5,3б	6,3б	45	1,3в	2,4б	3,7б	4,3б	5,5б	6,5б
11	1,4б	2,4б	3,4б	4,4б	5,4б	6,4б	46	1,4в	2,3б	3,3б	4,2б	5,4б	6,4б
12	1,5б	2,5б	3,5б	4,5б	5,5б	6,5б	47	1,5в	2,2б	3,2б	4,1б	5,3б	6,3б
13	1,6б	2,6б	3,6б	4,6б	5,6б	6,6б	48	1,6в	2,1б	3,1б	4,5б	5,2б	6,2б
14	1,7б	2,7б	3,7б	4,7б	5,7б	6,7б	49	1,7в	2,7б	3,6б	4,6б	5,1б	6,1б
15	1,1в	2,1в	3,1в	4,1в	5,1в	6,1в	50	1,1г	2,5в	3,6в	4,4в	5,3в	6,3в
16	1,2в	2,2в	3,2в	4,2в	5,2в	6,2в	51	1,2г	2,6в	3,7в	4,5в	5,4в	6,4в
17	1,3в	2,3в	3,3в	4,3в	5,3в	6,3в	52	1,3г	2,7в	3,1в	4,6в	5,5в	6,5в
18	1,4в	2,4в	3,4в	4,4в	5,4в	6,4в	53	1,4г	2,1в	3,2в	4,7в	5,6в	6,6в
19	1,5в	2,5в	3,5в	4,5в	5,5в	6,5в	54	1,5г	2,2в	3,3в	4,3в	5,7в	6,7в
20	1,6в	2,6в	3,6в	4,6в	5,6в	6,6в	55	1,6г	2,3в	3,4в	4,2в	5,2в	6,2в
21	1,7в	2,7в	3,7в	4,7в	5,7в	6,7в	56	1,7г	2,4в	3,5в	4,1в	5,1в	6,1в
22	1,1г	2,1г	3,1г	4,1г	5,1г	6,1г	57	1,1д	2,4г	3,3г	4,2г	5,2г	6,2г
23	1,2г	2,2г	3,2г	4,2г	5,2г	6,2г	58	1,2д	2,5г	3,4г	4,3г	5,3г	6,3г
24	1,3г	2,3г	3,3г	4,3г	5,3г	6,3г	59	1,3д	2,6г	3,5г	4,4г	5,7г	6,7г
25	1,4г	2,4г	3,4г	4,4г	5,4г	6,4г	60	1,4д	2,7г	3,7г	4,5г	5,4г	6,4г
26	1,5г	2,5г	3,5г	4,5г	5,5г	6,5г	61	1,5д	2,1г	3,7г	4,6г	5,5г	6,5г
27	1,6г	2,6г	3,6г	4,6г	5,6г	6,6г	62	1,6д	2,2г	3,1г	4,7г	5,6г	6,6г
28	1,7г	2,7г	3,7г	4,7г	5,7г	6,7г	63	1,7д	2,3г	3,2г	4,1г	5,1г	6,1г
29	1,1д	2,1д	3,1д	4,1д	5,1д	6,1д	64	1,1 а	2,6д	3,1д	4,2д	5,6д	6,6д
30	1,2д	2,2д	3,2д	4,2д	5,2д	6,2д	65	1,2 а	2,7д	3,2д	4,1д	5,7д	6,7д
31	1,3д	2,3д	3,3д	4,3д	5,3д	6,3д	66	1,3 а	2,5д	3,3д	4,3д	5,1д	6,1д
32	1,4д	2,4д	3,4д	4,4д	5,4д	6,4д	67	1,4 а	2,1д	3,4д	4,7д	5,2д	6,2д
33	1,5д	2,5д	3,5д	4,5д	5,5д	6,5д	68	1,5 а	2,4д	3,5д	4,4д	5,3д	6,3д
34	1,6д	2,6д	3,6д	4,6д	5,6д	6,6д	69	1,6 а	2,3д	3,6д	4,5д	5,4д	6,4д
35	1,7д	2,7д	3,7д	4,7д	5,7д	6,7д	70	1,7 а	2,2д	3,7д	4,6д	5,5д	6,5д
71	1,1в	2,1б	3,7а	4,2г	5,3д	6,3д	111	1,6в	2,2г	3,7в	4,2д	5,2а	6,2а
72	1,2в	2,2б	3,1а	4,3г	5,2д	6,2д	112	1,7в	2,3г	3,1в	4,1д	5,3а	6,3а
73	1,3в	2,3б	3,6а	4,4г	5,1д	6,1д	113	1,1г	2,4б	3,3г	4,5в	5,1б	6,1б
74	1,4в	2,7б	3,2а	4,5г	5,7д	6,7д	114	1,2г	2,5б	3,4г	4,7в	5,2б	6,2б
75	1,5в	2,6б	3,5а	4,6г	5,4д	6,4д	115	1,3г	2,7б	3,5г	4,1в	5,3б	6,3б
76	1,6в	2,5б	3,3а	4,7г	5,6д	6,6д	116	1,4г	2,1б	3,6г	4,6в	5,7б	6,7б
77	1,7в	2,4б	3,4а	4,1г	5,5д	6,5д	117	1,5г	2,2б	3,7г	4,2в	5,4б	6,4б
78	1,1г	2,4д	3,6а	4,2б	5,3в	6,3в	118	1,6г	2,3б	3,1г	4,3в	5,6б	6,6б

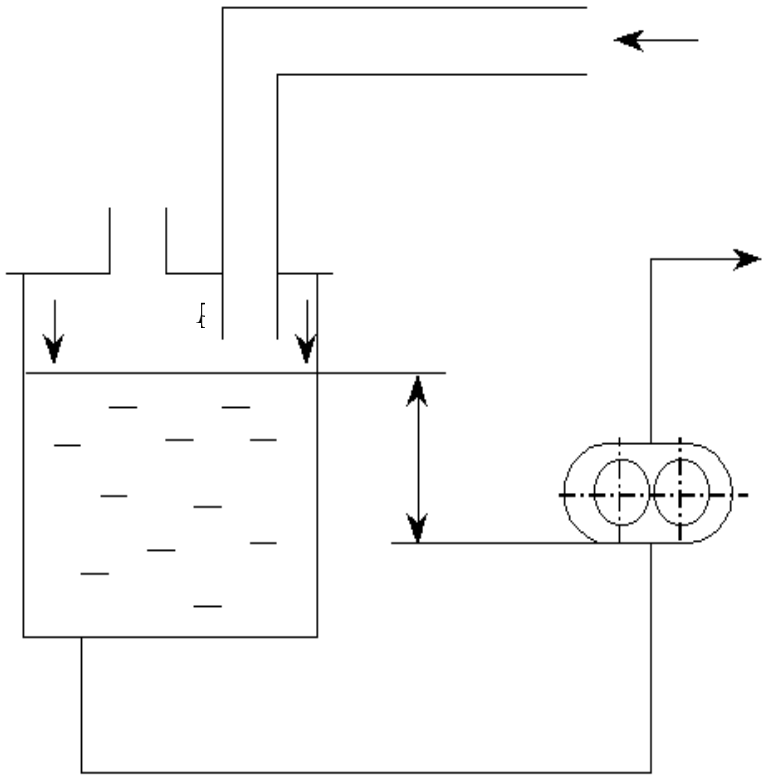
79	1,2г	2,5д	3,7а	4,1б	5,7в	6,7в	119	1,7г	2,6б	3,2г	4,4в	5,5б	6,5б
80	1,3г	2,6д	3,1а	4,7б	5,4в	6,4в	120	1,1д	2,3а	3,5б	4,3г	5,4в	6,4в
81	1,4г	2,7д	3,2а	4,6б	5,6в	6,6в	121	1,2д	2,4а	3,6б	4,2г	5,5в	6,5в
82	1,5г	2,1д	3,3а	4,5б	5,5в	6,5в	122	1,3д	2,5а	3,7б	4,1г	5,6в	6,6в
83	1,6г	2,2д	3,4а	4,4б	5,1в	6,1в	123	1,4д	2,6а	3,1б	4,4г	5,7в	6,7в
84	1,7г	2,3д	3,5а	4,3б	5,2в	6,2в	124	1,5д	2,7а	3,2б	4,5г	5,1в	6,1в
85	1,1д	2,4а	3,4б	4,1в	5,7г	6,7г	125	1,6д	2,1а	3,3б	4,6г	5,2в	6,2в
86	1,2д	2,3а	3,5б	4,2в	5,6г	6,6г	126	1,7д	2,2а	3,4б	4,7г	5,3в	6,3в
87	1,3д	2,7а	3,6б	4,3в	5,5г	6,5г	127	1,1а	2,7в	3,3д	4,2а	5,2б	6,2б
88	1,4д	2,2а	3,7б	4,4в	5,4г	6,4г	128	1,2а	2,1в	3,2д	4,3а	5,4б	6,4б
89	1,5д	2,6а	3,1б	4,5в	5,3г	6,3г	129	1,3а	2,2в	3,1д	4,7а	5,7б	6,7б
90	1,6д	2,1а	3,2б	4,6в	5,2г	6,2г	130	1,4а	2,3в	3,7д	4,1а	5,1б	6,1б
91	1,7д	2,5а	3,3б	4,7в	5,1г	6,1г	131	1,5а	2,6в	3,4д	4,6а	5,5б	6,5б
92	1,1а	2,2д	3,1г	4,2б	5,2в	6,2в	132	1,6а	2,4в	3,5д	4,5а	5,6б	6,6б
93	1,2а	2,7д	3,2г	4,7б	5,3в	6,3в	133	1,7а	2,5в	3,6д	4,4а	5,3б	6,3б
94	1,3а	2,3д	3,3г	4,6б	5,1в	6,1в	134	1,1б	2,2д	3,3а	4,5б	5,2д	6,2д
95	1,4а	2,1д	3,4г	4,3б	5,4в	6,4в	135	1,2б	2,7д	3,4а	4,6б	5,3д	6,3д
96	1,5а	2,6д	3,5г	4,5б	5,7в	6,7в	136	1,3б	2,6д	3,5а	4,1б	5,4д	6,4д
97	1,6а	2,5д	3,6г	4,4б	5,6в	6,6в	137	1,4б	2,5д	3,6а	4,4б	5,1д	6,1д
98	1,7а	2,4д	3,7г	4,1б	5,5в	6,5в	138	1,5б	2,4д	3,7а	4,7б	5,7д	6,7д
99	1,1б	2,7в	3,6д	4,5а	5,5г	6,5г	139	1,6б	2,3д	3,1а	4,2б	5,6д	6,6д
100	1,2б	2,6в	3,7д	4,6а	5,1г	6,1г	140	1,7б	2,1д	3,2а	4,3б	5,5д	6,5д
101	1,3б	2,5в	3,1д	4,7а	5,2г	6,2г	141	1,1в	2,2г	3,6г	4,7г	5,7а	6,7а
102	1,4б	2,4в	3,2д	4,1а	5,7г	6,7г	142	1,2в	2,7г	3,1г	4,6г	5,1а	6,1а
103	1,5б	2,3в	3,3д	4,2а	5,6г	6,6г	143	1,3в	2,1г	3,2г	4,5г	5,6а	6,6а
104	1,6б	2,2в	3,4д	4,3а	5,3г	6,3г	144	1,4в	2,5г	3,7г	4,4г	5,5а	6,5а
105	1,7б	2,1в	3,5д	4,4а	5,4г	6,4г	145	1,5в	2,4г	3,5г	4,3г	5,3а	6,3а
106	1,1в	2,4г	3,2в	4,6д	5,4а	6,4а	146	1,6в	2,3г	3,4г	4,2г	5,2а	6,2а
107	1,2в	2,5г	3,3в	4,7д	5,5а	6,5а	147	1,7в	2,6г	3,3г	4,1г	5,4а	6,4а
108	1,3в	2,6г	3,4в	4,5д	5,6а	6,6а	148	1,1г	2,4б	3,2б	4,5д	5,3д	6,3д
109	1,4в	2,7г	3,5в	4,4д	5,7а	6,7а	149	1,2г	2,5б	3,3б	4,4д	5,5д	6,5д
110	1,5в	2,1г	3,6в	4,3д	5,1а	6,1а	150	1,3г	2,6б	3,4б	4,2д	5,1д	6,1д

Задания по шестеренным машинам

Задача 1.1

Определить избыточное давление на входе в шестеренный насос системы смазки, имеющий частоту вращения вала n, число зубьев z, модуль m, ширину колеса b.

Длина стального всасывающего трубопровода L, диаметр d, шероховатость трубы Δ. Входное сечение насоса расположено ниже свободной поверхности в масляном



баке на h. Местные потери в трубопроводе принять равными 10 % потерь на трение по длине.

ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
n, р/с	15	20	25	10	30
z	20	25	30	35	22
m, мм	7,5	8	9	10	12
b, мм	10	12	16	20	18
L, м	5	4	3	2	5
d, мм	30	25	20	15	32
Δ, мм	0,1	0,2	0,3	0,25	0,35
h, м	2	1	0,5	1,5	2,3
Тип масла	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 1.2

Построить графики:

1) зависимостей подач шестеренного насоса от частоты вращения его вала для трех значений давлений на выходе (P_1 - P_3);

2) зависимости подачи от давления при заданном n.

Принять утечки жидкости пропорциональными давлению, коэффициент пропорциональности k. Ширина шестерни b, диаметр окружности головок $D_г$, число зубьев z.

ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
P_1, МПа	0	0	0	0	0
P_2, МПа	10	2	6.3	8	12.5
P_3, МПа	20	6	10	12.5	32
n, мин$^{-1}$	1440	650	900	1000	1250
k, л/с·Па	$0{,}5\cdot10^{-8}$	$0{,}3\cdot10^{-8}$	$0{,}4\cdot10^{-8}$	$0{,}6\cdot10^{-8}$	$0{,}5\cdot10^{-8}$
b, мм	31,85	40	35	28	30
$D_г$, мм	48	50	45	40	38
z	10	16	18	20	24

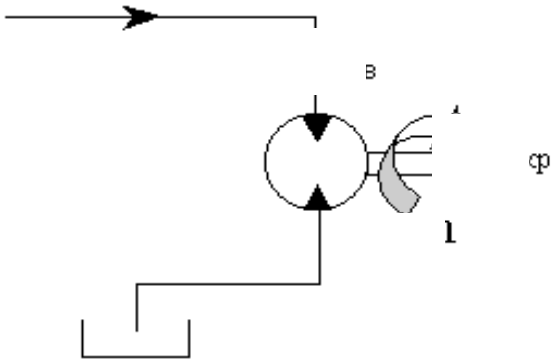
Задача 1.3

Определить основные геометрические размеры насоса (диаметр начальной окружности, диаметр окружности выступов, ширину шестерни), а также мощности потока жидкости на выходе из насоса и на валу насоса по следующим исходным данным: рабочий объем насоса q_0, давление на выходе $P_{вых}$, частота вращения вала n, объемный КПД насоса η_0, КПД насоса $\eta_н$, число зубьев z, модуль зацепления m.

ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
q_0, см^3	83	70	95	105	123
$P_{вых}$, МПа	16	10	20	32	8
n, мин$^{-1}$	1440	950	1250	1000	1300
η_0	0,9	0,88	0,92	0,93	0,91
$\eta_н$	0,85	0,82	0,87	0,86	0,83
z	16	20	25	29	34
m, мм	4	6	7	8	9

Задача 1.4

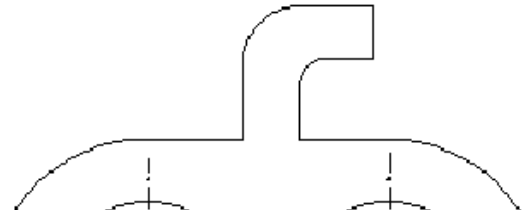
Определить крутящий момент M и частоту вращения вала n шестеренного гидромотора при расходе рабочей жидкости Q, если давление жидкости на входе в гидромотор $P_в$, на выходе из гидромотора $P_{вых}$. Ширина шестерни b, модуль зацепления m, число зубьев z, механический КПД $\eta_{мех}$, объемный КПД η_0.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
Q, кг/с	1,8	1,6	2,0	2,2	2,4
$P_в$, МПа	10	12,5	20	8	32
$P_{вых}$, МПа	0,5	0,5	0,8	0,9	0,6
b, мм	30	40	50	45	35
m, мм	6	8	10	7	9
z	16	20	22	30	25
$\eta_{мех}$	0,8	0,82	0,84	0,78	0,85
η_0	0,9	0,92	0,94	0,88	0,95
Жидкость	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 1.5

Определить основные геометрические размеры шестеренного насоса (диаметр началь-

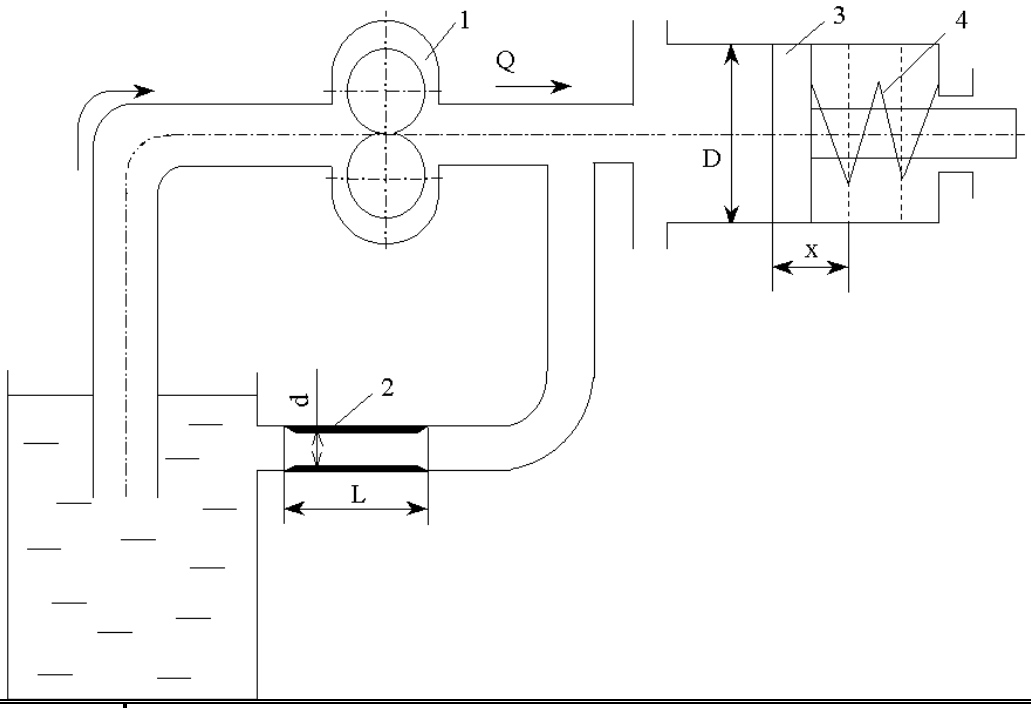


ной окружности шестерни D_e, ширину шестерни b, число зубьев z, рабочий объем V_0, мощность потока жидкости на выходе из насоса $N_ф$ и мощность на валу насоса $N_п$) по следующим исходным данным: подача насоса Q, давление на выходе $P_в$, частота вращения вала n, объемный КПД η_0, КПД насоса, $\eta_н$.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
Q, кг/с	1,9	1,8	2,0	2,1	2,2
$P_в$, МПа	8	6	10	12,5	20
n, мин$^{-1}$	1480	1440	1250	900	980
η_0	0,9	0,92	0,88	0,94	0,93
$\eta_н$	0,8	0,82	0,78	0,84	0,85
Жидкость	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 1.6

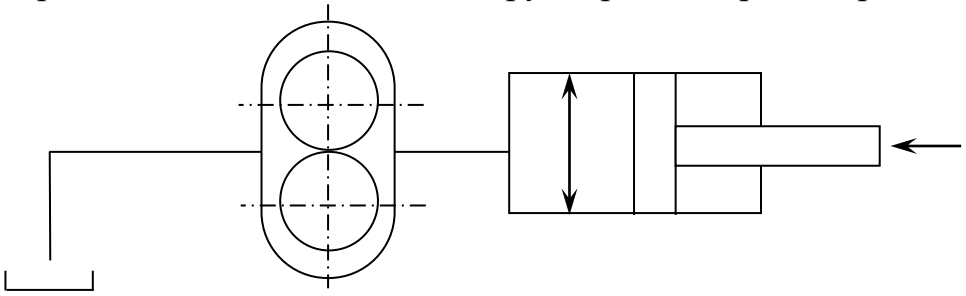
В регуляторе скорости гидротурбины применен так называемый гидравлический маятник. При изменении частоты вращения регулируемой турбины изменяется частота вращения вала насоса *1* и расход жидкости, прокачиваемой насосом *1* маятника через калиброванную трубку *2*, вследствие чего изменяется сила давления на поршень *3*, и последний, изменяя поджатие пружины *4*, оказывает воздействие на систему регулирования гидротурбины. Определить диаметр d калиброванной трубки, при котором при геометрических параметрах насоса (модуль m, число зубьев z, ширина шестерни b) и рабочей частоте вращения вала n обеспечивается такая подача жидкости Q, при которой сжатие пружины составляет x. Жесткость пружины C, длина трубки L, диаметр поршня D. Сопротивлением подводящих труб пренебречь.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
m, мм	4	6	8	10	12
z	15	18	20	21	23
b, см	2	3	4	1,5	2,5
n, мин$^{-1}$	780	800	900	1250	1400
x, мм	60	61	62	64	66
c, Н/см	7,5	7,8	7,9	8,1	**8,2**
L, м	0,7	0,6	0,8	0,75	**0,65**
D, мм	30	35	40	45	**25**
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 1.7

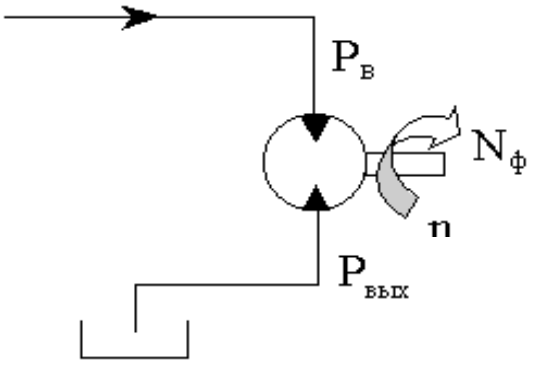
Определить давление на выходе шестеренного насоса $P_{вых}$, подающего жидкость в гидроцилиндр, если число зубьев *z*, модуль *m*, ширина колеса *b*, частота вращения вала насоса n, длина трубопровода, связывающего насос с гидроцилиндром, *L*, усилие на штоке *R*, внутренний диаметр цилиндра *D*. Потерями энергии на местных сопротивлениях, а также трением поршня и штока пренебречь. Скорость движения жидкости в трубопроводе принять равной υ.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
z	17	19	20	22	24
m, мм	7,5	7	8	10	6
b, см	1,5	1,2	2	2,2	1,8
n, $с^{-1}$	15	20	25	28	30
L, м	5	6	7	4	6,5
R, кН	10	14	18	16	20
D, мм	32	40	35	42	**45**
$\upsilon_ж$, м/с	4	3,5	3	4,5	**3,8**
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задачи по пластинчатым машинам

Задача 2.1



Определить мощность $N_ф$ на валу пластинчатого гидромотора двукратного действия, величину давления на входе в гидромотор и частоту вращения вала гидромотора n, если радиус статора R, ротора r, объемный КПД η_0, механический КПД $\eta_{мех}$, давление на выходе P, ширина пластин b, теоретический момент гидромотора M, толщина пластинки δ, число пластин z.

ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
R, см	4	4,5	5	5,2	3,5
r, мм	34	40	45	44	29
η_0	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79
$\eta_{мех}$	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
$P_{вых}$, МПа	0,2	0,22	0,25	0,19	0,26
b, см	4	4,3	4,5	4,8	3,6
M, Н·м	30	32	34	36	38
δ, мм	2	3	4	2,5	3,5
z	12	14	16	18	20
Q, л/с	1,333	1,666	1,82	1,98	**2,0**

Задача 2.2

Определить $N_п$ на валу пластинчатого насо-

са однократного действия, его фактическую подачу $Q_ф$ и диаметры подводящих $d_п$ и отводящих каналов насоса, если давление на входе $P_в$, манометрическое давление, развиваемое насосом $P_{ман}$, радиус статора R, число пластин z, толщина пластинки δ, ширина пластинки b, величина эксцентриситета e, частота вращения вала насоса n, объемный КПД η_0, полный КПД $\eta_н$.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
$P_в$, МПа	0,02	0,01	0,03	0,04	0,05
$P_{ман}$, МПа	6,3	8	10	12,5	20
R, мм	30	35	40	45	50
z	14	15	16	18	10
δ, мм	2	1,8	2,2	2,3	2,5
b, мм	25	30	32	35	40
e, мм	4	5	4,5	5,5	6
n, мин$^{-1}$	960	1000	1250	1400	1440
η_0	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82
$\eta_н$	0,72	0,71	0,73	0,74	0,75

Задача 7.2.3

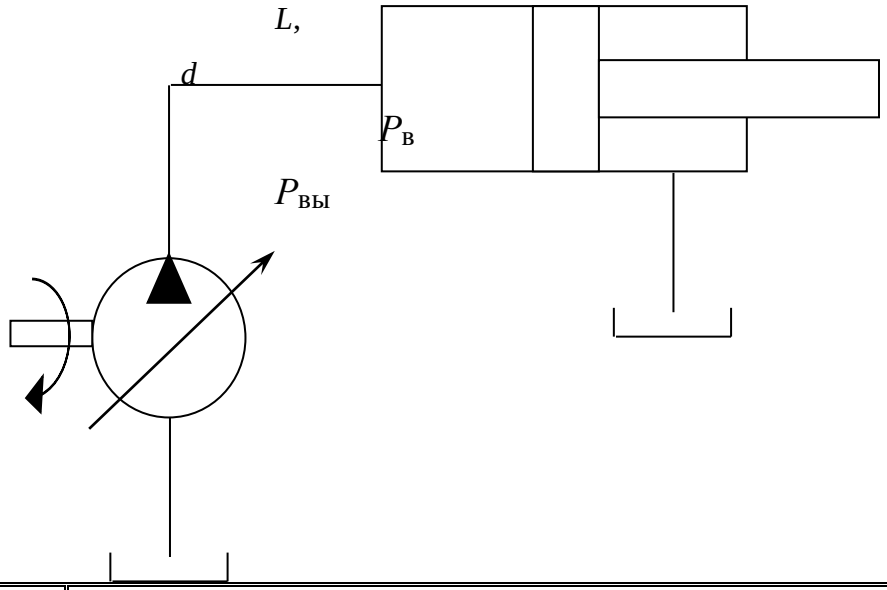
Определить рабочий объем V, подачу Q пластинчатого насоса двукратного действия, а также потребляемую мощность $N_п$ и момент M, подведенный к валу насоса, если частота вращения ротора n, объемный КПД η_0, полный КПД $\eta_н$, абсолютное давление на входе в насос $P_в$, на выходе из насоса $P_{вых}$, радиус ротора r, радиус статора R, ширина пластины b, число пластин z.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
n, мин$^{-1}$	1200	1000	950	1400	800
η_0	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
$\eta_н$	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
$P_в$, кПа	80	85	90	95	100
$P_{вых}$, МПа	8	10	12,5	20	32
r, см	50	60	65	65	50
R, мм	600	650	700	700	550
b, мм	30	35	40	25	50
z	12	14	16	10	18

Задача 2.4

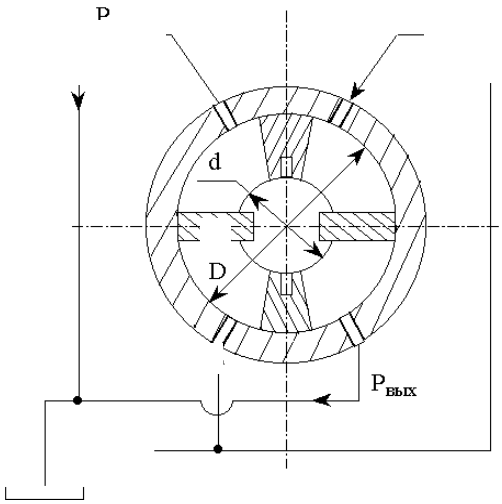
Определить давление на выходе пластинчатого насоса однократного действия $P_{вых}$, если давление на входе в гидроцилиндр $P_в$, радиус статора насоса R, ве-

личина эксцентриситета *e*, ширина пластины *b*, частота вращения вала насоса *n*, длина трубопровода *L*. Местными потерями энергии пренебречь.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
$P_в$, МПа	8	10	12,5	6,3	20
R, см	5	5,5	6	4,5	6,5
e, мм	6	5	8	4	7
b, мм	35	30	40	25	45
n, $с^{-1}$	15	12	16	18	21
L, м	5	4	6	4,5	7
d, мм	22	25	28	31	34
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 2.5



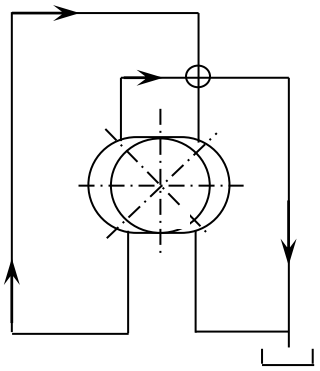
Двухкамерный гидродвигатель поворотного движения должен создавать момент на валу *M* при скорости поворота ω. Размеры гидродвигателя: *D*, *d*, ширина пластин *b*. Принять механический КПД $\eta_{мех}$, объемный - η_0. Определить потребное давление и необходимую подачу, если давление на выходе $P_{вых}$.

ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
M, кН·м	2	1,5	2,5	1,8	2,8
ω, рад/с	2	1,5	2,5	1,6	0,9

D, мм	200	150	100	250	250
d, мм	100	50	25	150	100
b, мм	60	40	20	25	30
$\eta_{мех}$	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86
η_0	0,75	0,74	0,73	0,72	0,74
$P_{вых}$, МПа	0,3	0,28	0,2	0,3	0,25

Задача 2.6

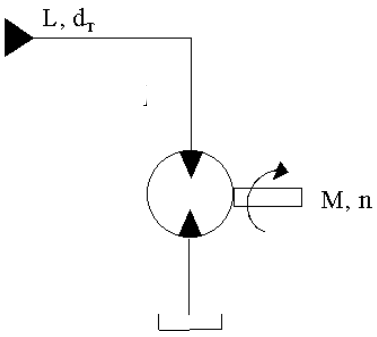
К пластинчатому гидромотору двукратного действия подводится жидкость: Q, p. Мотор имеет параметры: число пластин z, ширина пластины b, радиус статора R, ротора - r, толщина пластины δ, объемный КПД η_0, общий КПД η. Давление в сливной гидролинии $P_{сл}$. Определить частоту вращения вала гидромотора и момент на валу.



ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
Q, л/с	1	1,5	2	0,5	2,5
P, МПа	10	8	12,5	6,3	20
z	12	14	16	10	18
b, см	3	4	5	2	3,5
R, мм	60	50	70	40	80
r, мм	50	40	60	30	70
δ, мм	2	2,2	2,5	1,8	3
η_0	0,85	0,86	0,87	0,84	0,88
η	0,81	0,82	0,83	0,8	0,84
$P_{сл}$, МПа	0,3	0,35	0,2	0,25	0,4

Задача 2.7

Жидкость по трубопроводу длиной L и диаметром $d_т$ поступает в пластинчатый гидромотор двукратного действия. Параметры мотора: диаметр статора D, диаметр ротора d, ширина ротора b, механический КПД $\eta_{мех}$, КПД η. Давление в сливной гидролинии $P_{сл}$. Параметры потока в начале трубопровода: Q, P. Определить крутящий момент на валу гидромотра и частоту вращения вала.



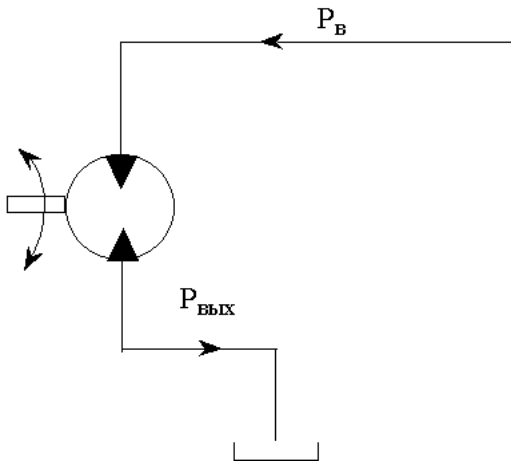
ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
L, м	10	15	20	18	5
$d_т$, мм	22	20	28	15	10
D, см	10	15	13	20	25
d, см	8	13	10	18	20
b, мм	30	25	20	35	40

$\eta_{мех}$	0,95	0,94	0,93	0,92	0,96
η	0,9	0,89	0,88	0,87	0,91
$P_{сл}$, МПа	0,3	0,35	0,2	0,25	0,4
Q, л/с	1	1,5	1,8	2	2,5
P, МПа	12,5	6,3	8	10	20
ТИП ЖИДКОСТИ	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задачи по радиально-поршневым машинам

Задача 3.1

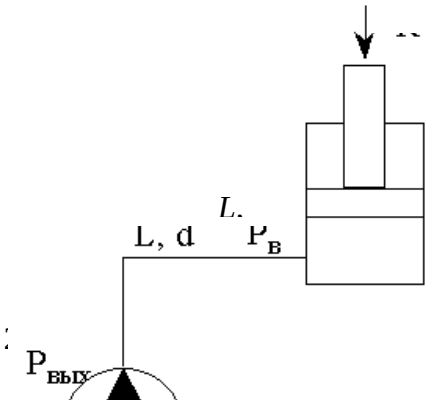
Определить расход жидкости Q и давление $P_в$ на входе в гидромотор радиально-поршневого типа 7-крат-ного действия, если крутящий момент на его валу равен M, частота вращения вала n, давление на выходе $P_{вых}$, механический КПД $\eta_{мех}$, объемный η_0, число рядов поршней m, диаметр поршня d, ход поршня h.



ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
M, кН·м	1,5	1,2	2	1,8	2,5
n, мин$^{-1}$	120	150	200	100	250
$P_{вых}$, МПа	0,2	0,3	0,4	0,25	0,35
$\eta_{мех}$	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
η_0	0,94	0,93	0,92	0,91	0,9
m	1	2	3	1	2
d, мм	30	35	40	25	20
***H*, мм**	30	25	30	15	10

Задача 3.2

Однорядный радиально-пор-шневой насос однократного действия, имеющий диаметр поршня d, число поршней z, эксцентриситет e, частоту вращения вала n, подает жидкость в гидродомкрат и обеспечивает на входе в него давление $P_в$. Определить давление на выходе из

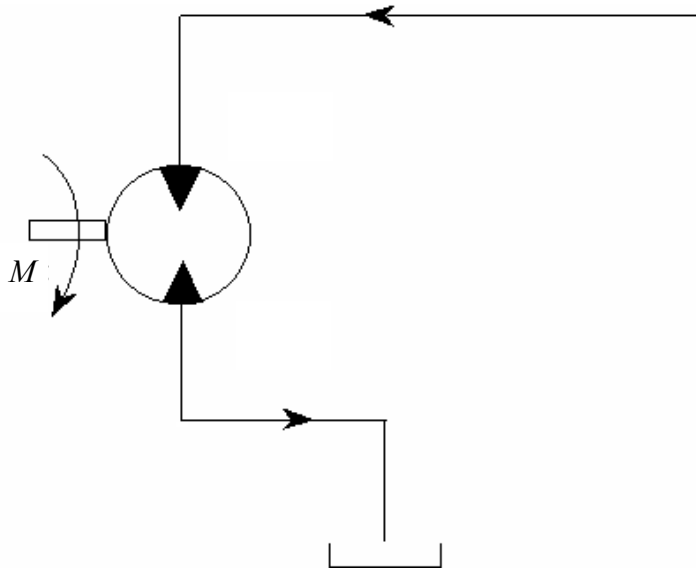


насоса $P_{вых}$. Длина трубопровода L, диаметр трубы $d_т$. Объемный КПД насоса η_0. Местными потерями энергии пренебречь.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
d, мм	16	20	18	25	30
z	7	8	10	12	6
e, мм	16	15	14	10	12
n, мин$^{-1}$	900	800	1000	1250	1440
$P_в$, МПа	10	8	6,3	12,5	20
L, м	7	8	10	6	4
$d_т$, мм	30	25	20	35	32
η_0	0,95	0,94	0,93	0,96	0,92
ТИП ЖИДКОСТИ	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 3.3

Определить максимальную частоту вращения n_{max} ротора гидромотора, нагруженного постоянным моментом M, если максимальное давление на входе P_{max}, расход жидкости Q, объемный КПД гидромотора при P_{max} η_0, механический КПД при том же давлении $\eta_{мех}$, давление на сливе $P_{сл}$.



ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
M, Н·м	300	250	200	150	350
P_{max}, МПа	20	12,5	10	8	6,3
Q, л/мин	15	12	8	10	18
η_0	0,9	0,89	0,91	0,88	0,87
$\eta_{мех}$	0,92	0,91	0,93	0,9	0,89
$P_{СЛ}$, МПА	0,2	0,3	0,25	0,35	0,4

Задача 3.4

Радиально-поршневой насос подает

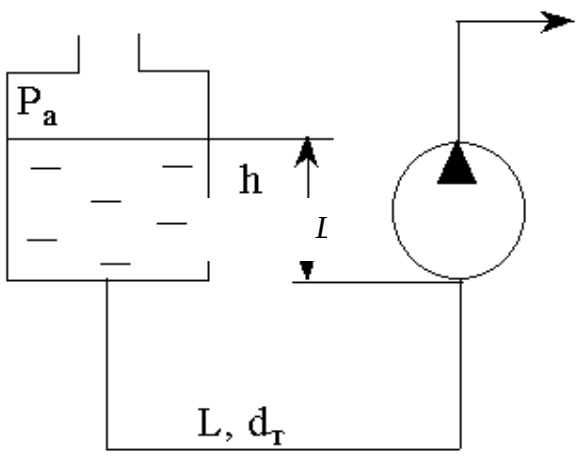


жидкость в резервуар на высоту H по горизонтальному трубопроводу длиной L и диаметром d. Определить мощность $N_{\text{П}}$ и момент $M_{\text{П}}$, подведенные к валу насоса, если параметры насоса следующие: диаметр поршня $d_{\text{П}}$, эксцентриситет e, число цилиндров z, частота вращения вала n, КПД объемный η_0, механический КПД $\eta_{\text{мех}}$. Коэффициент местных сопротивлений принять равными ξ_i=1. Потерями на всасывании пренебречь.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
***H*, м**	10	15	20	18	9
L, м	5	6	7	8	9
$d_{\text{т}}$, мм	30	25	20	35	18
$d_{\text{п}}$, мм	22	18	15	10	20
e, мм	20	10	12	16	18
z	9	10	8	15	20
n, c^{-1}	15	16	17	18	20
η_0	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87
$\eta_{\text{мех}}$	0,97	0,95	0,93	0,91	0,9
ТИП ЖИДКОСТИ	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 3.5

Определить избыточное давление на входе в радиально-поршневой насос системы управления, имеющий частоту вращения вала n, число цилиндров z, диаметр цилиндра d, эксцентриситет e, объемный КПД η_0. Входное сечение насоса расположено ниже свободной поверхности жидкости на h. Длина трубопровода L, диаметр $d_{\text{т}}$. Местные потери принять равными 10 % потерь на трение по длине трубопровода.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
N, C^{-1}	15	16	17	14	13
Z	7	8	9	6	10
$D_ц$, ММ	20	10	15	25	30
e, мм	20	12	17	22	25
η_0	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
h, м	3	3,5	2,5	2	4
L, м	7	8	9	10	6
$D_т$, ММ	30	32	26	28	25
ТИП ЖИДКОСТИ	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное 57

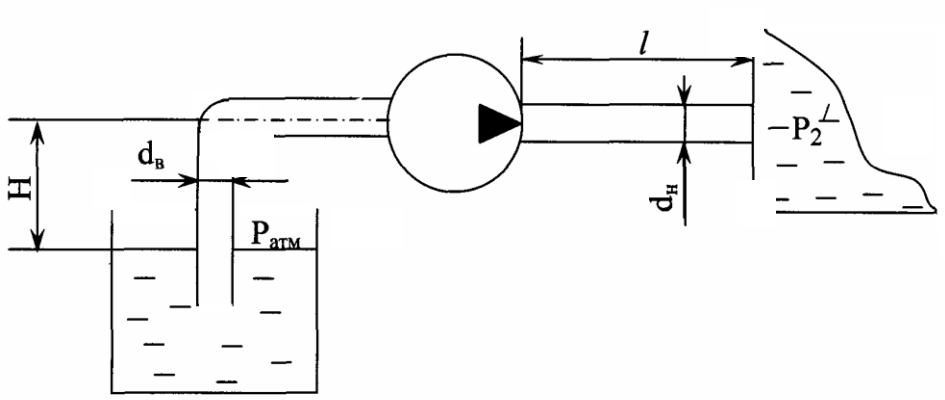
ЗАДАЧА 3.6

Определить основные параметры радиально-поршневого высокомоментного мотора (расход жидкости, диаметр поршня, фактический расход жидкости, теоретический и полезный моменты на валу гидромотора, теоретическую и полезную мощности на валу гидромотора, коэффициент момента, утечки жидкости, объемный КПД), если рабочий объем гидромотора *V*, частота вращения вала *n*, механический КПД гидромотора $\eta_{мех}$, число рядов поршней m, кратность действия *K*, число поршней в ряду $z = 7$, ход поршня *h*, зазор между поршнем и цилиндром $\delta = 1 \cdot 10^{-3}$ м. При расчетах принимать $d = h$, затем величину *d* округлять до стандартного значения.

ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
***V*·10^{-6}, М/ОБ**	452	707	1126	1809	2780
***N*, C^{-1}**	2,2	2,0	1,7	1,3	1,0
$\eta_{мех}$	0,89	0,90	0,90	0,92	0,90
m	2	2	2	3	3
K	7	7	7	9	9
***H*·10^{-3}, М**	20	22	26	28	20
***P*, МПА**	6,3	8,0	5,0	12,5	**10,0**

Задача 3.7

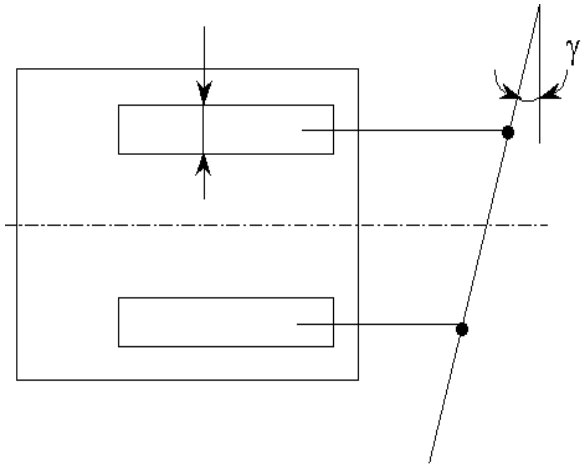
Определить напор, создаваемый радиально-поршневым насосом, имеющим рабочий объем *V*, частоту вращения вала n, если диаметр всасывающего трубопровода $d_в$, напорного $d_н$, секундный массовый расход Q_c, условная вязкость жидкости E_{20}, длина напорного трубопровода *l*, давление на выходе трубопровода P_2', высота всасывания *H*, плотность жидкости ρ=900 кг/$м^3$, температура масла $t = 20\ ^0$C. Основные параметры гидросистемы приведены в таблице.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
$D_в \cdot 10^{-3}$, М	22	24	26	28	30
$D_н \cdot 10^{-3}$, М	12	14	16	18	20
E_{20}	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
P_2', МПа	6,3	8,0	12,5	10,0	12,5
l, м	8	10	12	10	16
$H \cdot 10^{-1}$, М	5	2	3	1	2
$V \cdot 10^{-6}$, М/ОБ	6,3	10,0	16,0	25,0	48,0
N, ОБ/С	15	15	15	15	**15**

Задачи по аксиально-поршневым машинам

Задача 4.1



Аксиально-поршневой насос обеспечивает подачу жидкости Q, давление на выходе $p_{вых}$ при частоте вращения вала n. Рассчитать основные геометрические параметры насоса – диаметр цилиндра d, ход поршня h, диаметр окружности расположения осей цилиндров D, а также мощность на валу насоса $N_в$ и крутящий момент $M_в$, если число цилиндров z, угол наклона диска γ, объемный КПД η_0, механический КПД $\eta_{мех}$. Принять $h = 2d$.

ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
Q, Л/С	3,5	4,5	4	3	2,5
$P_{вых}$, МПА	22	28	12	8	6,3
n, мин$^{-1}$	1440	1250	900	800	600
Z	7	4	5	8	9
γ, град	20	22	18	23	25
η_0	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
$\eta_{мех}$	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86

Задача 4.2

Определить крутящий момент M на валу и угол наклона γ диска аксиально-поршневого гидромотора, при котором частота вращения его вала, n, расход рабочей жидкости Q, перепад давлений $P_{ГМ}$, количество цилиндров z, диаметр цилиндра d, диаметр окружности D, на которой расположены оси цилиндров, объемный КПД η_0, механический КПД $\eta_{мех}$.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
n, мин$^{-1}$	1200	1440	900	800	650
***Q*, Л/С**	3	2	3,5	4	5
***P*ГМ, МПА**	12	6	8	10	20
Z	7	5	8	9	10
***D*, ММ**	30	35	20	15	10
***D*, СМ**	16	12	17	18	19
η_0	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
$\eta_{мех}$	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86

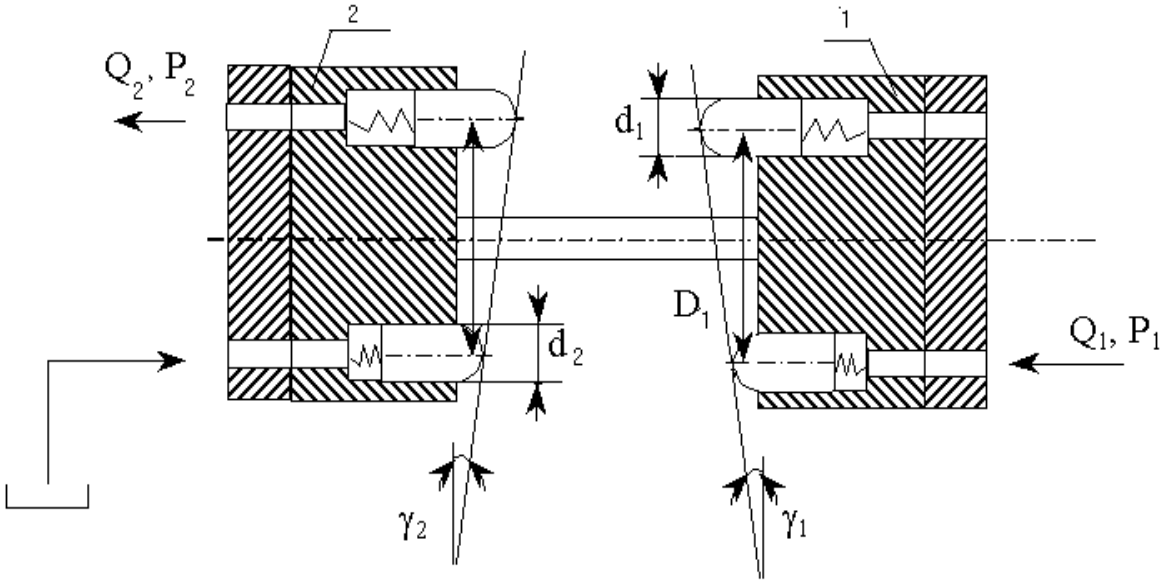
Задача 4.3

Определить частоту вращения вала аксиально-поршневого насоса с наклонным диском и фактическую мощность на валу, если подача насоса Q, диаметр поршня d, диаметр окружности D, на которой расположены гидроцилиндры, угол наклона диска γ, количество поршней z, объемный КПД η0, общий КПД насоса η, давление на выходе из насоса P.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
***Q*, Л/С**	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
***D*, ММ**	60	50	40	70	80
***D*, СМ**	27	26	24	28	30
γ, ГРАД	25	22	18	20	16
Z	11	10	9	6	7
P, МПа	20	16	12,5	10	8
η_0	0,95	0,96	0,94	0,93	0,92
η	0,86	0,87	0,85	0,84	0,83

Задача 4.4

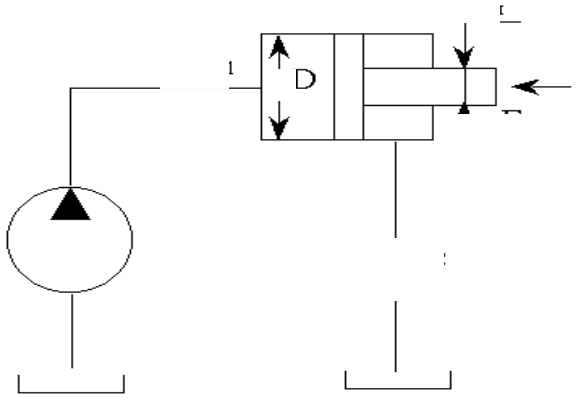
Гидропреобразователь составлен из двух аксиально-поршневых гидромашин с наклонным диском: гидромотора *1* и насоса *2* с основными размерами D_1, d_1, D_2, d_2 и $\gamma_1=\gamma_2$. Каким должен быть расход жидкости Q_1, подводимой к гидромотору 1 и давление P_1 на входе в гидромотор для получения на выходе из насоса подачи Q_2 при давлении P_2. КПД механический и объемный $\eta_{M1}=\eta_{M2}$, $\eta_{01}=\eta_{02}$.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д
D_1, см	9	10	11	12	14
D_2, см	6	7	8	9	11
D_1, мм	15	18	21	25	30
D_2, мм	10	13	18	21	25
Q_2, л/с	1,8	1,6	1,4	2,0	2,2
P_2, МПа	15	18	20	22	25
η_{01}	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
$\eta_{мех1}$	0,92	0,91	0,9	0,89	0,88

Задача 4.5

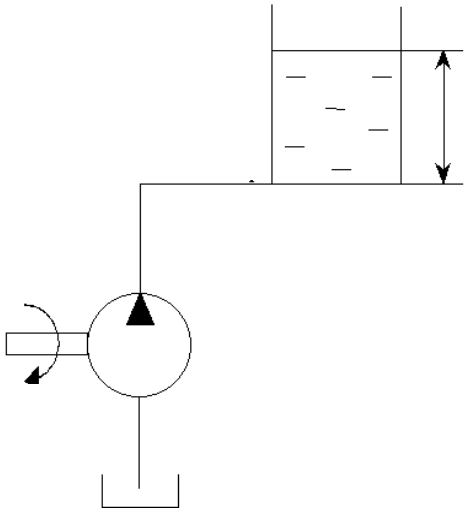
Определить давление на выходе аксиально-поршневого насоса, если длины напорного и сливного трубопроводов одинаковы L_1=L_2, их диаметры $d_т$, диаметр поршня D, диаметр штока $d_ш$, сила на штоке F. Параметры насоса; число цилиндров z, диаметры цилиндров d, диаметр окружности размещения осей цилиндров D_0, угол наклона шайбы γ, частота вращения вала n.



ПАРАМЕТРЫ	Вариант				
	а	б	в	г	д

L_1, М	5	6	7	8	10
$D_Г$, ММ	15	20	25	10	18
D, ММ	60	70	80	50	65
$D_Ш$, ММ	20	30	40	25	20
F, КН	1	2	3	4	4,5
Z	7	8	9	10	11
D, ММ	32	20	25	30	28
D_0, СМ	16	14	15	18	17
γ, ГРАД	10	12	15	22	20
n, мин$^{-1}$	1440	1250	1000	900	800
ТИП ЖИДКОСТИ	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задача 4.6

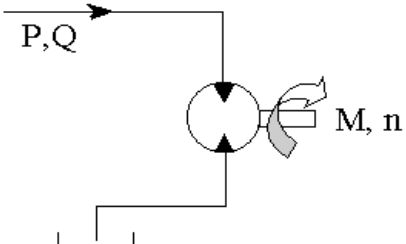


Аксиально-поршневой насос подает воду в бак высотой H по горизонтальному трубопроводу длиной L, диаметром $d_т$. Параметры насоса: диаметр поршня D, число поршней z, угол наклона блока γ, частота вращения вала n, объемный КПД η_0, механический - $\eta_{мех}$. Определить давление жидкости на выходе из насоса $P_в$ и подведенный к валу момент $M_п$. Потерями на всасывании пренебречь. Коэффициенты местных сопротивлений принять равными ξ_i=0,5, а $D_{окр}$=4D.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
H, М	20	25	15	30	35
L, М	10	15	12	20	23
$D_Г$, ММ	26	20	22	30	34
D, ММ	20	25	30	35	40
Z	7	8	9	10	11
γ, ГРАД	20	18	15	22	25
N, МИН$^{-1}$	15	16	17	18	14
η_0	0,95	0,96	0,94	0,93	0,92
$\eta_{МЕХ}$	0,95	0,95	0,92	0,89	0,9

Задача 4.7

По гидромагистрали к аксиально-поршневому мотору подводится жидкость: Q, P. Мотор имеет параметры: диаметр цилиндра d, диаметр расположения центров



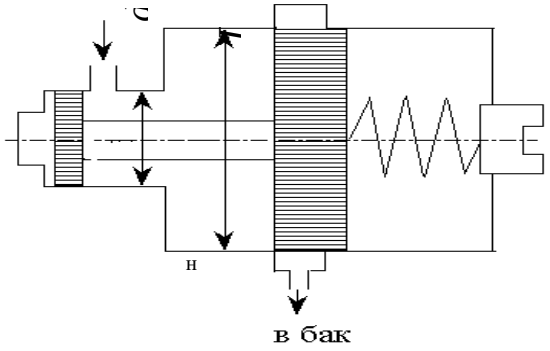
цилиндров D, угол наклона шайбы γ, число цилиндров z, объемный КПД η_0, общий КПД мотора η. Определить частоту вращения вала гидромотора и момент на валу. Давление в сливной магистрали $P_{сл}$.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
***Q*, Л/С**	1	2	1,5	2,5	3
***P*, МПА**	12,5	10	8	6,3	20
***D*, ММ**	20	25	30	35	40
***D*, ММ**	80	85	90	95	120
γ, ГРАД	20	18	22	25	15
Z	7	8	9	11	10
η_0	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
η	0,94	0,93	0,92	0,91	0,9
$P_{сл}$, МПа	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7
ТИП ЖИДКОСТИ	И-20	И-30	И-12	И-50	**Турбинное-57**

Задачи по гидроаппаратуре

Задача 5.1

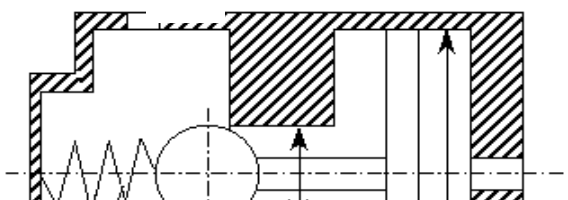
Определить величину предварительного поджатия пружины дифференциального предохранительного клапана, обеспечивающую начало открытия клапана при $P_н$. Диаметры клапана: D, d, жесткость пружины C. Давление справа от большого и слева от малого поршней – атмосферное.



ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
***P*н, МПА**	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
***D*, ММ**	24	26	28	30	32
d, мм	18	20	22	24	26
***C*, Н/ММ**	6	5	7	8	4

Задача 5.2

На рисунке представлена конструктивная схема гидрозамка, проходное сечение которого открывается при подаче в полость A управляющего потока жидкости с давлением

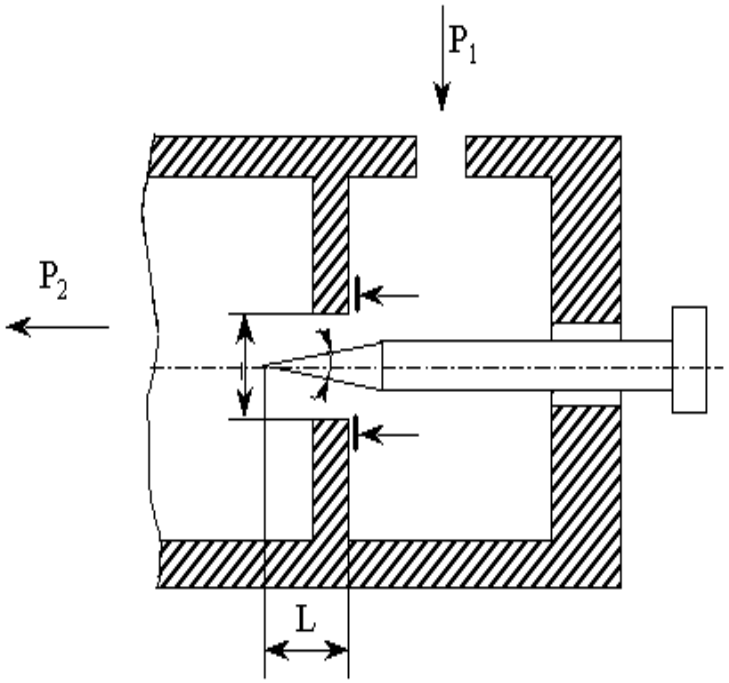


P_y. Определить, при каком минимальном значении P_y толкатель поршня *1* сможет открыть шариковый клапан, если известно: предварительное усилие пружины F, диаметры D, d и давления P_1, P_2. Силами трения пренебречь.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
***F*, Н**	50	60	70	80	40
***D*, ММ**	25	28	30	32	35
***D*, ММ**	15	18	20	22	26
P_1, Мпа	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4
***P*$_2$, МПА**	0,2	0,2	0,1	0,15	0,1

Задача5.3

На рисунке изображена схема регулируемого игольчатого дросселя. Определить, на какое расстояние L необходимо втянуть иглу в дросселирующее отверстие для обеспечения перепада давления $\Delta p = p_1 - p_2$, если угол иглы A, диаметр дросселирующего отверстия D, его коэффициент расхода μ, расход жидкости Q, плотность жидкости ρ. Площадь дросселирующего кольца определить по приближенной формуле: $S = S_0 - S_и$, где S_0 – площадь отверстия, $S_и$ – площадь иглы в сечении *1–1*.

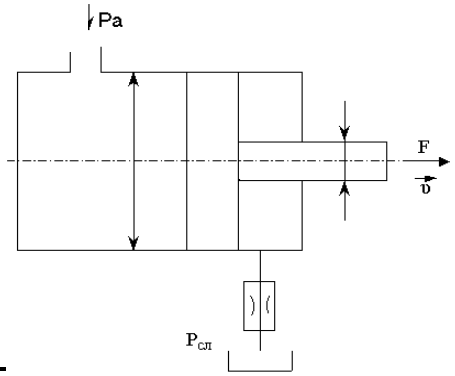


ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
Δ*P*, МПА	3	4	5	6	2
***A*, ГРАД**	30	28	25	32	20
D, см	6	4	5	7	8
μ	0,8	0,85	0,7	0,75	0,9

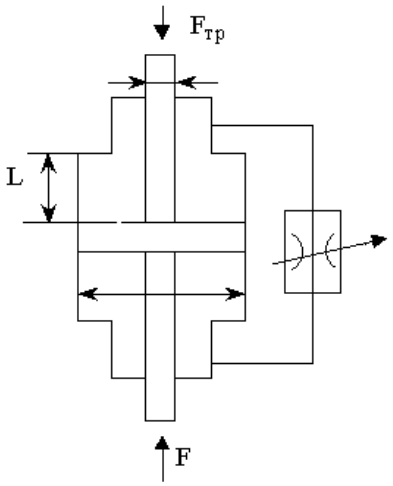
Q, л/с	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7
ρ, КГ/М³	900	920	960	980	930

Задача 7.5.4

Определить диаметр отверстия дросселя, установленного на сливе из гидроцилиндра, при условии движения штока под действием внешней нагрузки F со скоростью V. Диаметры: штока – d, цилиндра – D. Коэффициент расхода дросселя μ, плотность жидкости ρ, давление на сливе $P_{сл}$.



ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
***F*, КН**	60	50	40	30	70
υ, ММ/С	200	150	140	170	190
***D*, ММ**	40	30	35	45	50
***D*, ММ**	80	70	75	85	90
μ	0,65	0,55	0,5	0,7	0,75
ρ, кг/м³	850	900	920	930	950
***P*СЛ, МПА**	0,3	0,2	0,4	0,3	0,25



Задача 5.5

Правая и левая полости цилиндра гидравлического регулируемого тормоза, имеющего диаметр поршня D, диаметр штока d, сообщаются между собой через регулируемый дроссель, площадь проходного сечения которого установлена $S_{др}$. Коэффициент расхода дросселя μ. Определить время, за которое поршень переместиться на величину L под действием силы F, приняв плотность жидкости ρ и пренебрегая потерями энергии при ее движении по гидролиниям. Принять $F_{тр}$.

ПАРАМЕТРЫ	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
***D*, ММ**	160	150	170	180	140
***D*, ММ**	80	75	85	90	70
***S*ДР, ММ²**	20	22	15	18	25
μ	0,65	0,6	0,7	0,75	0,8
***L*, СМ**	36	40	30	32	42
***F*, КН**	15	14	16	17	18
ρ, кг/м³	900	920	950	980	930

$F_{ТР}$, КН	1	2	3	1,5	2,5

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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
и.о. проректора по УМР
_____В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.04 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД ГОРНЫХ МАШИН

Специальность ***21.05.04***

Горное дело

Направленность (профиль) подготовки

Горные машины и оборудование

год набора: **2025**

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена 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 13.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(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.

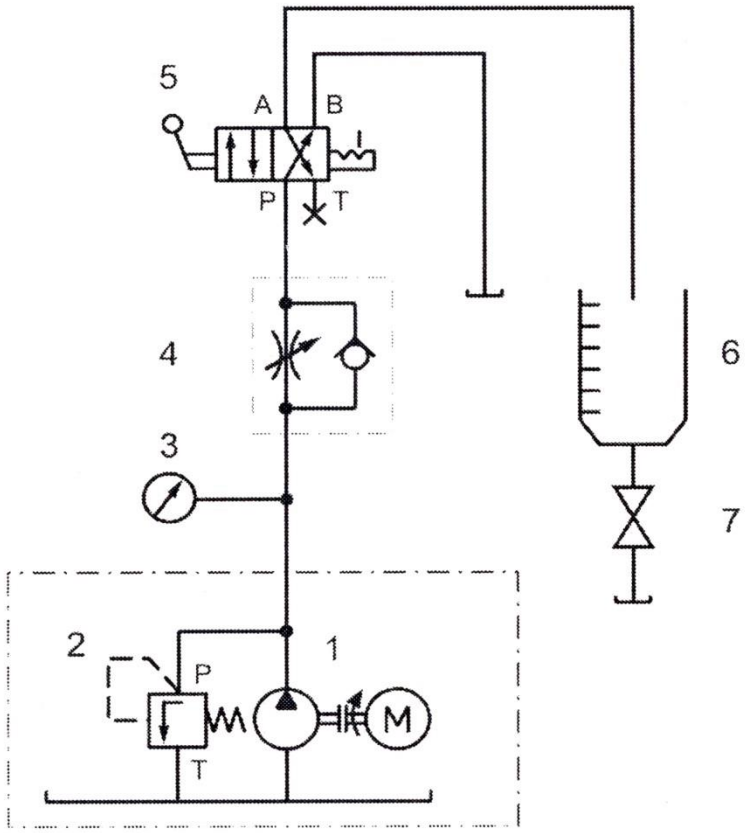
При работе оператор установил, что скорость вращения бурового става снизилась до предельно низкого значения. Принято решение о временном переходе на запасной контур управления. Основной насос необходимо отправить на диагностику.

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 $Q = f(p)$.

Q, л/мин

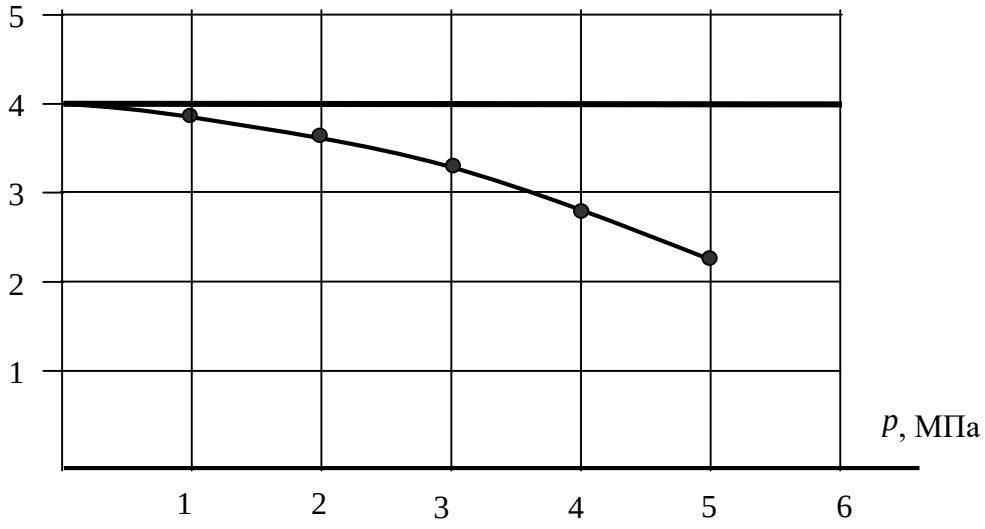


Рис. 1.2. Гидравлическая характеристика насоса

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*.

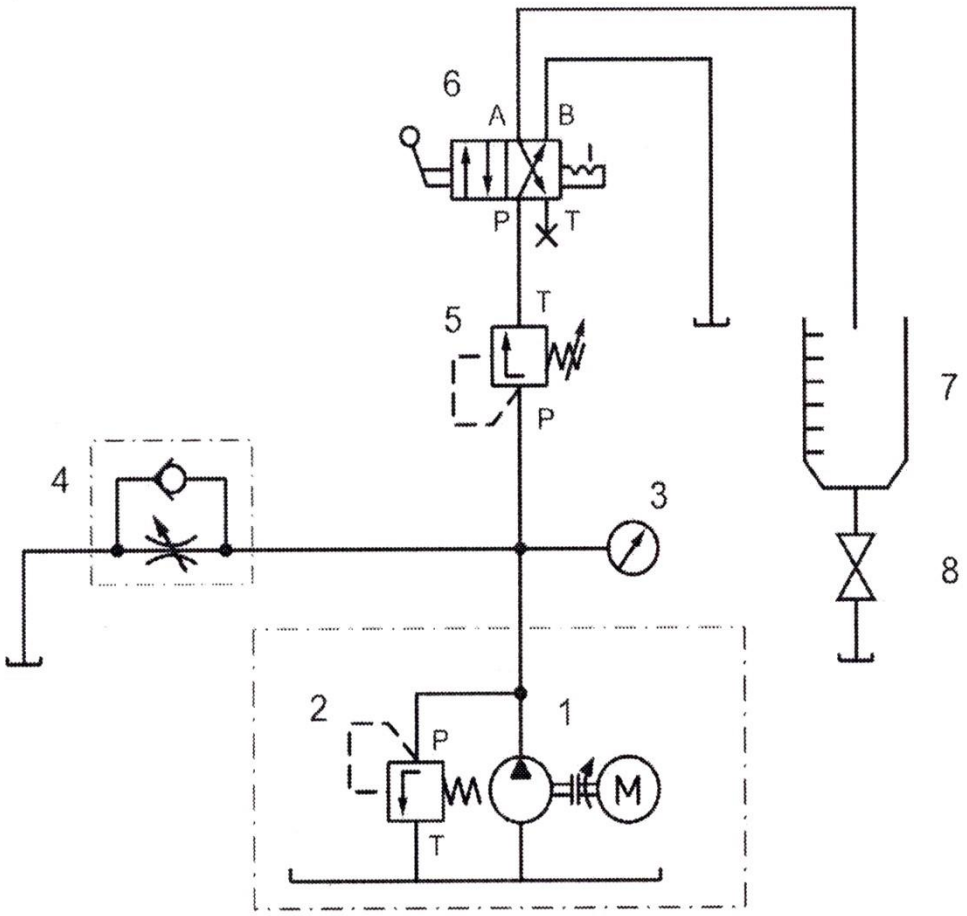


Рис. 1.3. Схема для снятия статической характеристики напорного клапана

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.

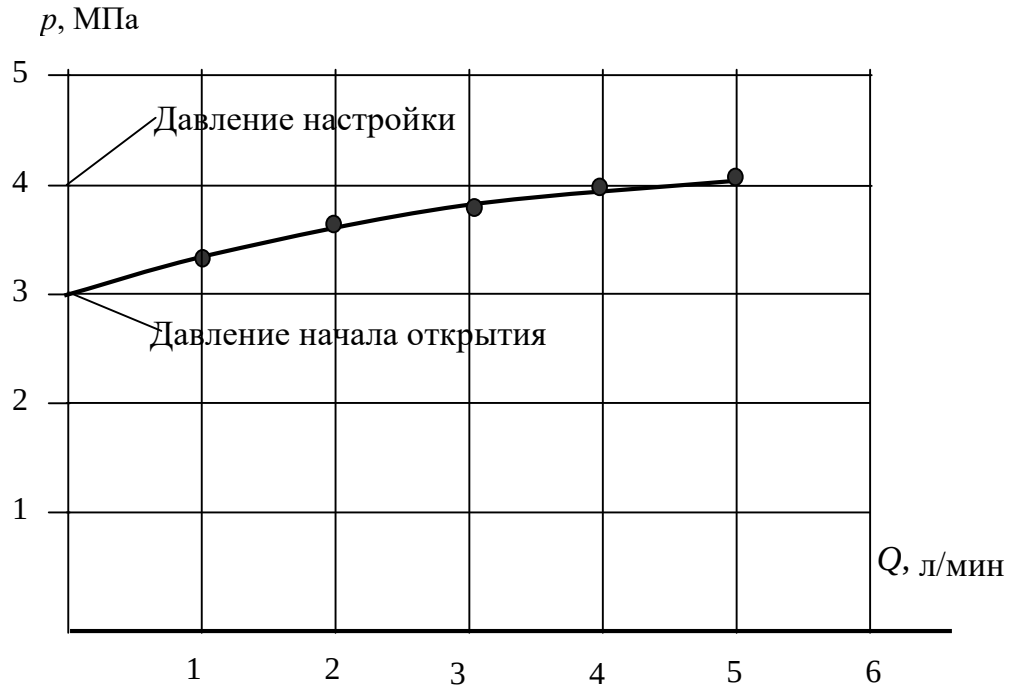


Рис. 1.4. Статическая характеристика настройки клапанов

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.						

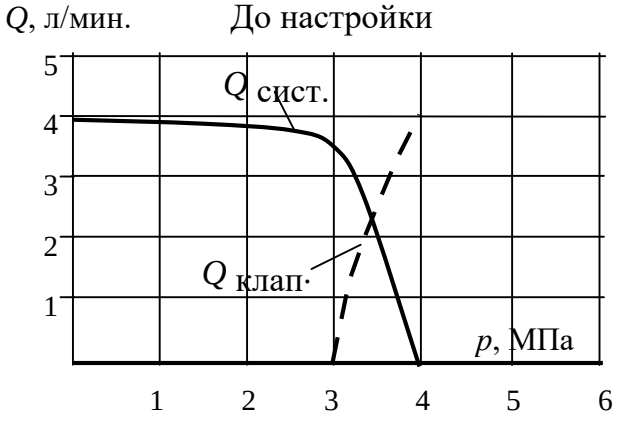
Характеристика переливного клапана после регулировки сместится параллельно самой себе в зону повышенного давления.

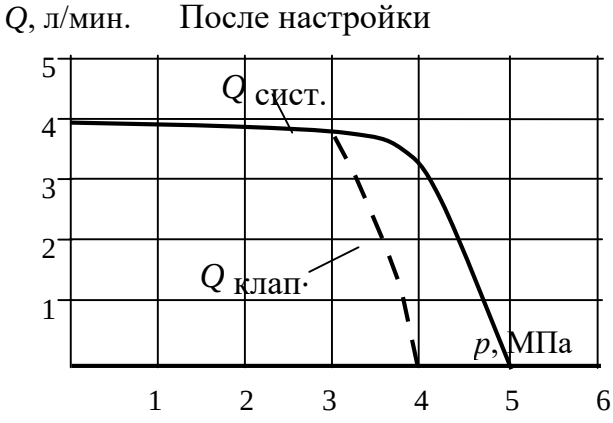
Сформулировать вывод.

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.





$$Q_{сист.} = Q_{нас.} - Q_{клап.}$$

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
и.о. проректора по УМР
_____В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.06 ЭЛЕКТРОПРИВОД ГОРНЫХ МАШИН

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Год приема: 2025

Автор: Стариков В. С., канд. техн. наук, доцент

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Электрификации горных предприятий	Горно-механического факультета
	(название факультета)
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Садовников М. Е.	Осипов П. А.
	(Фамилия И.О.)
Протокол №1 от 18.09.2024	Протокол №2 от 18.10.2024
	(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение……...……2
2. Тематический план дисциплины……4
3. Указания по выполнению расчетно-графических работ……. 5
4. Вопросы к экзамену по дисциплине……...6
5. Список рекомендуемой литературы……...8
   5.1. Основная литература…… 8
   5.2. Дополнительная литература…… 8
6. Приложения…… 9
   6.1.Таблица 1 «Технические данные двигателей постоянного тока с независимым возбуждением…… 9
   6.2.Таблица 2 «Технические данные асинхронных двигателей» ……. 10

1. ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электропривод горных машин горных работ» является одной из специальных дисциплин подготовки дипломированных специалистов специальности 21.05.04 – «Горное дело».

Современные горные предприятия 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 «Электропривод горных машин» изучаются вопросы преобразования электрической энергии в механическую энергию, 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 горных машин с электроприводом;
- для технически грамотной эксплуатации электрооборудования горных машин;
- 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 зачётам, 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, расчётно-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 углублённого 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.

Серьёзная организованная работа по подготовке к семинарским занятиям, написанию письменных работ значительно облегчит подготовку к экзаменам и зачётам. При подготовке к зачёту, 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, снабжённый выводами. Как правило, она выполняется студентами, обучающимися по заочной форме обучения. Написание её 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.

Расчётно-графическая работа (РГР) содержит задание на выполнение законченного инженерного расчёта 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 пуб-

личного 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

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.	Основы механики электроприводов	4	4	-	-	5
2.	Механические характеристики электрических двигателей	12	12	-	-	16
3.	Регулирование скорости электроприводов.	6	6	-	-	12
4.	Выбор мощности электродвигателей	4	4	-	-	6
5.	Электропривод и электрооборудование горнотранспортных машин и стационарных установок	4	4	-	-	8
6.	Основы электробезопасности при эксплуатации электроприводов.	2	2	-	-	6
7.	Подготовка к экзамену	-	-	-	-	27
	ИТОГО	**32**	**32**	**-**	**-**	**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.	Основы механики электроприводов	2	-	-	-	14
2.	Механические характеристики электрических двигателей	4	-	-	-	36
3.	Регулирование скорости электроприводов.	2	-	-	-	24
4.	Выбор мощности электродвигателей	-	2	-	-	16
5.	Электропривод и электрооборудование горнотранспортных машин и стационарных установок	-	2	-	-	18
6.	Основы электробезопасности при эксплуатации электроприводов.	-	2	-	-	13
7.	Подготовка к экзамену	-	-	-	-	9
	ИТОГО	**8**	**6**	**-**	**-**	**130**

3. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Расчетно-графические работы предназначены для закрепления теоретического материала и приобретения навыков производства электротехнических расчетов. Работы выполняются студентами самостоятельно по индивидуальным вариантам во время обязательных аудиторных (практических) занятий и во внеаудиторное время.

Расчетно-графическая работа № 1. Расчет и построение пусковой диаграммы двигателя постоянного тока независимого возбуждения (2 часа).

Работа № 1 предусматривает решение следующих задач:

- ✓ Расчет и построение естественной механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением;
- ✓ Расчет и построение пусковой диаграммы;
- ✓ Расчет сопротивлений ступеней пускового реостата.

Технические характеристики двигателей постоянного тока, необходимые для выполнения работы, принимаются по указанию преподавателя из табл. 8.1.1–8.1.5 [8] или табл. Приложения к настоящим методическим указаниям.

Для выполнения работы студенту необходимо освоить материал и воспользоваться следующими литературными источниками:

Литература: [2] с. 59–62; [7] с. 13–15

Расчетно-графическая работа № 2. Расчет и построение пусковой диаграммы трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором (2 часа).

Работа № 2 предусматривает решение следующих задач:

- ✓ Расчет и построение естественной механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором;
- ✓ Расчет и построение пусковой диаграммы;
- ✓ Расчет сопротивлений ступеней пускового реостата.

Технические характеристики трехфазных асинхронных двигателей, необходимые для выполнения работы, принимаются по указанию преподавателя из табл. 7.4.1 [8] или табл. 2 Приложения к настоящим методическим указаниям.

Для выполнения работы студенту необходимо освоить материал и воспользоваться следующими литературными источниками:

Литература: [2] с. 86–88; [7] с. 30–33

Расчетно-графическая работа № 3. Расчет и построение искусственных механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения (2 часа).

Работа № 3 предусматривает выполнение необходимых расчетов и построение механических характеристик привода при различных способах регулирования скорости электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Работа выполняется для двигателя, по которому ранее выполнялась работа № 1.

Формулировка задач, входящих в работу №3, приводится в п. п. 3–8 блока «Контрольная работа» Приложения к настоящим методическим указаниям.

Для выполнения работы студенту необходимо освоить материал и воспользоваться следующими литературными источниками:

Литература: [2] с. 103–113.

Для студентов **заочной формы** обучения учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы. Содержание контрольной работы включает в себя расчетно-графические работы №1 и №3 и приводится в блоке «Контрольная работа» Приложения к настоящим методическим указаниям.

4. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ»

1. Определение электропривода. Типы электроприводов.

2. Уравнение движения электропривода.
3. Приведение статических моментов и моментов инерции к валу электродвигателя.
4. Механические характеристики производственных механизмов.
5. Механические характеристики электродвигателей. Основные понятия и определения.
6. Механическая характеристика ДПТ с НВ. Ее анализ.
7. Пуск ДПТ с НВ. Пусковая диаграмма, этапы пуска.
8. Тормозные режимы ДПТ с НВ. Способы получения. Механические характеристики в тормозных режимах.
9. Механическая характеристика ДПТ с ПВ. Ее анализ.
10. Тормозные режимы ДПТ с ПВ. Способы получения. Механические характеристики в тормозных режимах.
11. Механическая характеристика асинхронного электродвигателя. Ее анализ.
12. Пуск асинхронных электродвигателей. Пусковая диаграмма, этапы пуска.
13. Тормозные режимы асинхронных электродвигателей. Способы получения. Механические характеристики в тормозных режимах.
14. Механическая и угловая характеристики синхронных электродвигателей.
15. Пуск синхронных электродвигателей. Особенности пуска.
16. Тормозные режимы синхронных электродвигателей.
17. Регулирование скорости электроприводов. Понятие, основные показатели.
18. Способы регулирования скорости ДПТ с НВ. Механические характеристики, основные показатели.
19. Способы регулирования скорости ДПТ с ПВ. Механические характеристики, основные показатели.
20. Система Г-Д. Механические характеристики двигателя в системе Г-Д.
21. Способы регулирования скорости асинхронных электродвигателей. Механические характеристики, основные показатели.
22. Нагрев и охлаждение электродвигателей.
23. Режимы работы электродвигателей (по продолжительности работы).
24. Выбор мощности электродвигателей при длительном режиме работы.
25. Выбор мощности электродвигателей при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.
26. Назначение и выбор аппаратуры управления и защиты электроприводов (тепловых реле, плавких предохранителей, автоматических выключателей и т. п.)
27. Назначение, устройство, схемы управления магнитными пускателями общепромышленного исполнения.
28. Электрооборудование тягового электропривода карьерных автосамосвалов (тяговый генератор, генератор-возбудитель, электродвигатели тяговые, переключатель-реверсор). Назначение, технические характеристики.
29. Аппаратура управления тягового электропривода карьерных автосамосвалов (контакторы электропневматические, магнитные усилители, трансформаторы постоянного напряжения, трансформаторы постоянного тока).
30. Тяговый электропривод карьерных автосамосвалов в режиме тяги. Схема электропривода, работа схемы, реверсирование электропривода.
31. Тяговый электропривод карьерных автосамосвалов в режиме электрического торможения. Схема электропривода, работа схемы.
32. Защиты тягового электропривода карьерных автосамосвалов от недопустимых режимов работы. Виды защит, техническая реализация.
33. Внешняя характеристика тягового генератора карьерных автосамосвалов. Формирование зон внешней характеристики тягового генератора.
34. Эксплуатация и техническое обслуживание электрооборудования тягового электропривода карьерных автосамосвалов. Виды обслуживания электрических

машин, возможные неисправности и выполняемые работы.

35. Эксплуатация и техническое обслуживание электрооборудования тягового электропривода карьерных автосамосвалов. Виды обслуживания переключателя-реверсора, возможные неисправности и выполняемые работы.
36. Диагностические и наладочные работы по электромеханической трансмиссии карьерных автосамосвалов в стационарных условиях.
37. Опасность поражения электрическим током. Виды поражений электрическим током
38. Факторы, определяющие опасность поражения человека электрическим током
39. Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках напряжением до и выше 1000 В.
40. Электрозащитные средства, применяемые в электроустановках напряжением до и выше 1000 В. Основные и дополнительные электрозащитные средства.
41. Защитное отключение. Назначение и область применения. Контроль изоляции в сетях до 1000 В.
42. Защитное заземление электроустановок. Понятия и определения. Назначение и область применения.
43. Защитное заземление электроустановок. Принцип действия и требования ПТБ к защитному заземлению.
44. Проверка и испытание заземляющих устройств (методом амперметра-вольтметра, прибором М-416).
45. Зануление электроустановок: назначение, область применения, принцип действия, требования НТД к занулению электроустановок.

5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

5.1. Основная литература

1. Ильинский Н. Ф. Основы электропривода: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 224 с.
2. Ситников Н. Б. Электрический привод: Конспект лекций. - Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2004–280 с.
3. Бацежев Ю. Г., Костюк В. С. Электропривод и электроснабжение: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1989. – 292 с.

5.2. Дополнительная литература

4. Маругин А. П. Основы электропривода [Текст]: учебно-методические указания к расчетным заданиям для студентов всех форм обучения по направлению подготовки бакалавриата 15.03.02 - "Технологические машины и оборудование" / А. П. Маругин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 26 с.
5. Тарасов П. И., Стариков В. С., Яковлев В. Л., Журавлев А. Г. Диагностика электромеханической трансмиссии карьерных дизель-электрических автосамосвалов. – Екатеринбург: Изд-во ИГД УрО РАН, 2006. – 117 с.
6. Ситников Н. Б., Трапезников В. Т., Елисеев В. В. Электрический привод: Методические указания к лабораторным работам по курсу «Электрический привод» для студентов специальности 140604 – «Электропривод и автоматика промышленных установок технологических комплексов» (ЭГП). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005, 66 с.
7. Бекетов В. Ф. Электропривод: Методические разработки к лабораторным работам по дисциплине «Электропривод» для студентов направлений 551300 – «Электротехника, электромеханика и электротехнологии», 550600 - «Горное дело», 551800 – «Технологические машины и оборудование» и др. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2000. – 74 с.
8. Алиев И. И. Электротехнический справочник. – 4-е изд., испр. – М.: ИП РадиоСофт, 2004–384 с.

Приложения.

6.1. Технические данные двигателей постоянного тока
с независимым (параллельным) возбуждением.

Таблица 1

№	Тип двигателя	$P_н$, кВт	$U_Н$, В	$I_Н$, А	$n_Н$, об/мин	$G \cdot Д^2$, кг·м^2	η, %	λ
1	П21	0,3	220	2,0	1000	0,042	68,5	
2	П22	0,45	110	5,55	1000	0,052	73,5	
3	П31	0,7	110	8,6	1000	0,09	74,0	
4	П41	1,0	110	13	750	0,15	70,0	
5	П32	1,0.	110	11,5	1000	0,116	79,5	
6	П42	1,5	110	18,8	750	0,18	72,5	
7	П31	1,5	220	8,7	1500	0,09	78,5	
8	П42	2,2	110	26.0	1000	0,18	77,0	
9	П32	2.2	220	12,0	1500	0,116	83,5	
10	П51	3,2	110	37,3	1000	0,35	78,0	
11	П31	3,2	110	35,0	3000	0,09	83,0	
12	П41	3,2	220	18,4	1500	0,16	79,0	
13	П42	4,5	110	51,0	1500	0,18	80,0	
14	П61	4,5	220	26,0	750	0,56	78,0	
15	П51	6,0	110	65,5	1500	0,35	83,5	
16	П61	6,0	220	32,6	1000	0,56	83,5	
17	П71	7,0	220	42,0	750	1,4	76,0	
18	П52	8,0	110	86,0	1500	0,4	84,5	
19	П62	8,0	220	43,0	1000	0,65	85,0	
20	П72	10,0	220	58,0	750	1,6	78,5	
21	П61	11,0	110	118	1500	0,56	34,5	
22	П81	14,0	110	157	1000	1,6	79,5	
23	П62	14,0	220	73,5	1500	0,65	86,5	
24	П82	17,0	220	93,0	750"	3,1	83,0	
25	П71	19,0	110	210	1500	1,4	82,5	
26	П61	19,0	220	98,6	3000	0,56	67,5	
27	П82	25,0	110	208	1000	3,1	83,5	
28	П62	25,0	220	128	3000	0,65	88,5	
29	П92	32,0	110	333	750	7,0	35,0	
30	П81	32,0	220	166	1500	2,7	87,5	
31	П101	42,0	110	446	750	10,3	35,5	
32	П92	42,0	220	219	1000	7,5	37,0	
33	П102	55,0	110	578	750	12,0	86,5	
34	П91	55,0	220	287	1500	5,9	97,0	
35	П112	70,0	220	371	600	23,0	88,0	
36	П102	75,0	220	385	1000	12,0	88,5	
37	П112	85,0	440	220	750	23,0	88,0	
38	П111	95,0	440	240	1000	20,4	90,0	
39	П111	100	220	511	1000	20,4	89,0	
40	П112	125	220	632	1000	23,0	90,0	
41	П111	160	440	400	1500	20,4	91,0	
42	П112	200	220	1000	1500	23,0	91,0	
43	П140	250	220	1240	500	225	91,5	

6.2 Технические данные асинхронных двигателей с фазным ротором

Таблица 2

№	Тип	$P_н$, кВт	$n_н$, об/мин	I_1, А		КПД %	cosφ	ротор		λ	$G \cdot Д^2$, кг·м^2
				220 В	380 В			I_2, А	U_2, В		
1	АК-52-4	4,5	1400	17,8	10,3	80,0	0,83	22,0	131	2,2	0,27
2	АК-60-4	7,0	1400	27,0	15,5	82,0	0,84	33,5	144	2,2	0,45
3	АК-61-4	10	1420	37,0	21,5	83,5	0,85	32,0	207	2,2	0,55
4	АК-62-1	20	1420	50,5	29,3	84,5	0,86	35,0	262	2,2	0,63
5	АК-72-6	28	950	76,3	44,2	85,0	0,81	63,0	212	2,0	2,1
6	АК-72-4	40	1420	56,0	42,8	87,0	0,87	71,0	250	2,6	1,3
7	АК-82-4	45	1440	137,0	79,5	88,0	0,87	74,0	336	2,6	2,5
8	АМ6-115–10	55	575	107	80,2	88,7	0,76	37	220	1,9	25
9	АК-82-4	70	1440	186	108	89,0	0,87	72	480	2,6	3,0
10	АМ6-115–8	75	725	244	141	90,5	0,83	218	200	2,6	23,0
11	АК-91-4	80	1460	247	143	90,0	0,88	115	383	2,6	6,2
12	АМ6-117–8	95	730	277	160	91,0	0,83	260	190	2,6	31,0
13	АМ6-125–8	110	730	318	184	91,0	0,86	248	245	2,0	45,0
14	АК-92-4	115	1460	330	191	90,5	0,88	117	520	2,8	7,6
15	АМ-226-8	125	730	367	212	91,5	0,86	283	250	2,0	51,0
16	АМ6-114–4	135	1460	376	217	91,5	0,88	170	420	2,0	16,0
17	АМ6-116–4	130	1460	30,5	300	90,5	0,88	226	348	2,3	20,0
18	АМ6-115–4	155	1470	436	252	92,5	0,88	206	410	2,2	18,0
19	АМ6-125–6	180	980	426	246	92,0	0,87	192	430	1,8	40,0
20	АМ6-116–4	185	1470	492	284	93,0	0.89	247	390	2,2	20,0
21	АМ6-117–4	225	1470	398	93	93,0	0,89	268	415	2,2	22,0
22	АМ6-127–6	215	980		347	93,0	0,88	248	475	1,8	49,0
23	АМ6-126–4	210	1480		408	93,0	0.90	336	410	2,4	37,0
24	АМ6-128–6	240	980		400	93,5	0,88	286	470	1,8	54,0
25	АМ6-137–8	100	735		396	92,5	0,87	340	395	1,8	85,0
26	АМ6-136–6	125	985	327	450	93,0	0,87	258	584	1,9	76,0
27	АК-102-6	160	975	405	189	91,5	0,87	286	220	2,3	25,0
28	АК-102-6	200	975		234	92,3	0,88	348	225	2,3	29,0
29	АК-102-4	215	1465		298	92,5	0,89	322	310	2,2	17,0
30	АК-103-4	260	1470		360	93,5	0,89	405	304	2,4	20,0
31	АМ6-126–4	240	1480		408	93,0	0,9	336	410	2,4	37,9
32	АМ6-127–4	245	1480		470	93,0	0,9	385	425	2,4	40,0
33	АМ6-136–6	250	985		450	93,0	0,87	258	584	1,9	76,0
34	АМ6-138–6	280	735		455	93,0	0,88	380	410	1,9	94,0
35	АК-113-6	300	980		454	93,6	0,89	441	349	2,2	75,0
36	АМ6-137-6	320	985		516	93,3	0,88	300	595	2,0	84,0
37	АМ6-128-4		1480		535	93,5	0,91	400	455	2,3	44,0
38	АК-112-4		1470		575	93,8	0,90	448	440	2,1	47,0

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
и.о. проректора по УМР
_____В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.07 ТРАНСПОРТ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки
Горные машины и оборудование

год набора: **2025**

Одобрена на заседании кафедры
Горных машин и комплексов
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Лагунова Ю.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 13.09.2024
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 18.10.2024
(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

вариант	Схема условного карьера	Годовая произвть $Q_г$, 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 разгрузки	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
4,6

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	β_1,‰	l_2'		l_2"		H_3,м	β_3,‰	H_4,м	β_4,‰	H_5,м	β_5,‰
				H_2,м	β_2,‰	H_2,м	β_2,‰						
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

№ операции	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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.О. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по дисциплине

Б1.В.08 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Год набора: **2025**

Автор: Белов С. В., доцент, к.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ 3

2. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 5

Практическая работа № 1 5

Практическая работа № 2 5

Практическая работа № 3 5

КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ 5

КОНСТРУКЦИИ ПАРАШЮТНЫХ УСТРОЙСТВ 5

1. Назначение и общее устройство подъемных машин 6

ЭЛЕМЕНТЫ НАКЛОННОГО ПОДЪЕМА 6

3. ВИДЫ КОНТРОЛЯ 6

Общие указания к проведению практических занятий 6

и оформлению отчетов 6

Вопросы для самоконтроля 7

ЛИТЕРАТУРА 8

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 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 прооперирo-

вать 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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
и.о. проректора по УМР
_____В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.08 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: **2024**

Автор: Белов С.В., к.т.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры
Горной механики

Зав.кафедрой _____
Макаров Н.В.
Протокол № 192 от 21.09.2023

Рассмотрены методической комиссией
горно-механического факультета

Председатель _____
Осипов П.А.
Протокол № 2 от 20.10.2023

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.О. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

Б1.В.10 ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Специальность
21.05.04 Горное дело

Специализация
Горные машины и оборудование

год набора: 2025

Автор: Таланкин Н.Н., преп., асп.

Одобрены на заседании кафедры

Горной Механики
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Макаров Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 195 от 05.09.2024
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Горно-механического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Цель и задачи дисциплины 4
Требования к оформлению контрольной работы 5
Содержание контрольной работы 6
Пример выполнения работы 9
Выполнение работы над ошибками 9
Критерии оценивания контрольной работы 9
Результат контрольной работы 9

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: приобретение студентами знаний, формирующих умения и навыки, необходимые для выполнения газо-термодинамических, тепломассобменных расчетов, процессов аэрации, происходящих в горных машинах, производственных процессах при поиске, разведке, разработке, добыче и глубокой переработки полезных ископаемых.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

профессиональные

Способен эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения (ПК 1.2).

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- *ознакомление* с историей развития науки о термодинамических и газодинамических процессах в природе и применении в горном деле, основными терминами и понятиями, фундаментальными основами термодинамики и газодинамики, типовыми конструкциями и схемами устройств, отражающих и доказывающих основные законы термодинамических и газодинамических процессов;
- *формирование* творческого инновационного подхода у студентов при выборе методы расчета свойств рабочих тел, инженерного расчета устройств, механизмов и машин, работающих на основе термодинамических и газодинамических процессов;
- *овладение* студентами навыками формулирования цели, разработке физической и математической модели термо- и газодинамических процессов в соответствии с поставленной задачей, выполнения необходимых расчетно-графические работы термо- и газодинамических процессов в горных машинах;
- *развитие* у обучаемых вариантов самостоятельного логического мышления при оптимизации термо- и газодинамических процессов и возможного их применения в горных машинах, производственных процессах при поиске, разведке, разработке, добыче и глубокой переработки полезных ископаемых
- *обучение* студентов применению навыков, полученных практических и теоретических знаний при анализе и выборе инженерного метода расчета элементов, узлов и механизмов, в которых происходят термо- и газодинамические для обеспечения процесса рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр.

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.10 *«Термодинамика и теплотехника»*. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- историю развития науки о термодинамических и газодинамических процессах в природе и применении в горном деле, современные отечественные и зарубежные достижения применения термогазодинамики в области наук о земле и горном деле;
- основные термины и понятия в термодинамике и газодинамике;
- фундаментальные основы термодинамики и газодинамики;

- методики выбора и инженерного расчета устройств, механизмов и машин, работающих на основе термодинамических и газодинамических процессов;

- математический аппарат термодинамики и газодинамики;

- типовые конструкции и схемы устройств, отражающих и доказывающих основные законы термодинамических и газодинамических процессов;

- методы анализа, закономерности поведения и управления свойствами горной породы, а также механизмов и машин у участвующих в процессе добычи и переработки полезных ископаемых, работающих на основе термодинамических и газодинамических законов;

- базовые методы расчета свойств рабочих тел, процессов преобразования и передачи энергии в термогазодинамических явлениях.

уметь:

- формулировать цель поставленной задачи, связать ее с анализом исследуемого процесса и методами проведения термодинамических и газодинамических процессов;

- разрабатывать физические и математические модели термо- и газодинамических процессов в соответствии с поставленной задачей;

- выполнять необходимые расчетно-графические работы термо- и газодинамических процессов.

- оценивать эффективность термо- и газодинамических процессов и возможного их применения в горных машинах, производственных процессах при поиске, разведке, разработке, добыче и глубокой переработки полезных ископаемых;

- разрабатывать физические и математические модели термо- и газодинамических процессов механизмов и машин у участвующих в процессе добычи и переработки полезных ископаемых.

владеть:

- навыками разработки физических и математических моделей термо- и газодинамических процессов механизмов и машин у участвующих в процессе добычи и переработки полезных ископаемых - навыками построения математических и физических моделей термо- и газодинамических процессов;

- навыками расчета термо- газодинамических процессов, происходящих в устройствах, механизмах и машинах, производственных процессах при поиске, разведке, разработке, добыче и глубокой переработки полезных ископаемых;

- навыками расчета термо- газодинамических процессов, происходящих в механизмах и машинах, участвующих в процессе добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений;

- навыками анализа и выбора инженерного метода расчета элементов, узлов и механизмов, в которых происходят термо- и газодинамические для обеспечения процесса рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр;

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 «Термодинамика и теплотехника » представлено тридцать вариантов 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

Первая буква фамилии	Последняя цифра в зачетной книжке									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А, Б, В, Г	I 11 21	2 12 22	3 13 23	4 14 24	5 15 25	6 16 26	7 17 27	8 18 28	9 19 29	10 20 30
Д, Е, Ж, З	2 13 24	3 14 25	4 15 26	5 16 27	6 17 28	7 18 29	8 T9 30	9 20 21	10 11 22	1 12 23
И, К, Л	3 15 27	4 16 23	5 17 29	6 18 30	7 19 21	8 20 22	9 II 23	10 12 24	I 13 25	2 14 26
М, Н, 0	4 17 30	5 18 21	6 19 22	7 20 23	8 1 24	9 12 25	10 13 26	1 14 27	2 15 28	3 16 29
П, Р, С	5 19 23	6 20 24	7 11 25	8 12 26	9 13 27	10 14 28	1 15 29	2 16 30	3 17 21	4 18 22
Т, У, Ф, Х	6 11 26	7 12 27	8 13 28	9 14 29	10 15 30	1 16 21	2 17 22	3 18 23	4 19 24	5 20 25
Ц, Ч, Ш, Щ	7 13 29	8 14 30	9 15 21	10 16 22	I 17 23	2 18 24	3 19 25	4 20 26	5 11 27	6 12 28
Э, Ю, Я	8 15 22	9 16 23	10 17 24	I 18 25	2 19 26	3 20 27	4 II 28	5 12 29	6 13 30	7 14 21

Содержание контрольной работы

1.Масса 1 м^3 метана при определенных условиях составляет 0,7 кг. Определить плотность и удельный объем метана при этих условиях.

2.Плотность воздуха при определенных условиях равна 1,293 кг/м^3. Определить удельный объем воздуха при этих условиях.

3.В сосуде объемом 0,9 м^3 находится 1,5 кг окиси углерода.

Определить удельный объем и плотность окиси углерода при указанных условиях.

4.Давление воздуха, измеренное ртутным барометром, равно 765 мм при температуре ртути 20°С. Выразить давление в барах.

5.Определить абсолютное давление газа в сосуде, если показание ртутного манометра равно 500 мм рт. ст., а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 750 мм. Температура воздуха в месте установки приборов равна 0°С.

6.Определить абсолютное давление в паровом котле, если манометр показывает 2,45 бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 700 мм при t = 20 ºС.

7 Какой высоте водяного столба соответствует 1 мм рт. ст.?

7.Какой высоте водяного столба соответствует давление равное 1 кгс/м^2?

8.Определить абсолютное давление в конденсаторе паровой турбины, если показание присоединенного к нему ртутного вакуумметра равно 705 мм рт. ст., а показание ртутного барометра,

приведенное к 0°С, 747 мм. Температура воздуха в месте установки

приборов t = 20°С.

9. Разрежение в газоходе парового котла измеряется тягомером с наклонной трубкой. Угол наклона трубки α = 30°. Длина столба воды, отсчитанная по шкале, 160 мм. Определить абсолютное давление газов, если показание ртутного барометра, приведенное к

0ºС составляет, 740 мм.

10.Для предупреждения испарения ртути, пары которой оказывают вредное действие на человеческий организм, обычно при пользовании ртутными манометрами над уровнем ртути наливают слой воды. Определить абсолютное давление в сосуде, если разность столбов ртути в U-образном манометре составляет 580 мм при температуре ртути 25°С, а высота столба воды над ртутью - 150 мм.

Атмосферное давление по ртутному барометру равно 770 мм при температуре 25°С.

11.В трубке вакуумметра высота столбика ртути составляет

570 мм при температуре ртути 20°С. Над ртутью находится столбик воды высотой 37 мм. Барометрическое давление воздуха составляет

728 мм рт. ст. при 15°С. Определить абсолютное давление в сосуде.

12.Для измерения расхода жидкостей и газов используют дроссельные диафрагмы. Вследствие дросселирования жидкости при прохождении через диафрагму давление ее за диафрагмой всегда меньше, чем перед ней. По разности давлений перед и за диафрагмой, измеряемой дифференциальным U-образным манометром, можно определить массовый расход жидкости

(килограмм в секунду) по формуле

$G = a f \sqrt{2 (P1 - P2) \rho}$,

где a - коэффициент расхода, определяемый экспериментально: при ламинарном режиме - a = 0,5; при турбулентном – a = 0,5 - 0,82;

f - площадь входного отверстия диафрагмы, м2;

P1 - P2 - перепад давления на диафрагме, Па;

ρ - плотность жидкости, протекающей по трубе, кг/м^3.

13.Определить массовый расход воды, измеренный при помощи дроссельного устройства, если a = 0,8; показание дифференциального манометра 84 мм рт. ст.; ρ = 1000 кг/м3, а диаметр входного отверстия

диафрагмы 10 мм.

14.Присоединенный к газоходу парового котла тягомер показывает разрежение, равное 80 мм вод. ст. Определить абсолютное давление дымовых газов, если показание барометра при температуре 0°С равно 770 мм рт. ст.

15.Тягомер показывает разрежение в газоходе, равное 42 мм вод. ст. Атмосферное давление по ртутному барометру 757 мм рт. ст.

при t = 15°С. Определить абсолютное давление дымовых газов.

16.Определить плотность окиси углерода при давлении 1 бар и температуре 15°С.

17.Определить плотность и удельный объем двуокиси углерода

(С02) при нормальных условиях.

18.Определить удельный объем кислорода при температуре

280°С и давлении 23 бар.

19.Чему равна плотность воздуха при давлении 15 бар и температуре 20°С, если плотность воздуха при нормальных условиях

равна 1,293 кг/м^3?

20.Определить массу углекислого газа, содержащегося в сосуде объемом 4 м^3 при t = 80ºС. Давление газа по манометру равно

0,4 бар. Барометрическое давление 780 мм рт. ст.

21.В цилиндре с подвижным поршнем находится 0,8 м^3 воздуха при давлении 5 бар. Как должен измениться объем, чтобы при повышении давления до 8 бар температура воздуха не изменилась?

22.Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла,

охлаждаются с 1200 до 250°С. Во сколько раз уменьшается их объем,

если давление газов в начале и в конце газоходов одинаково?

23.При какой температуре плотность азота (давлении 1,5 МПа)

будет равна 3 кг/м^3 ?

24.Во сколько раз изменится плотность газа в сосуде, если при постоянной температуре показание манометра от Р1 = 18 бар уменьшится до Р2 = 3 бар? Барометрическое давление принять равным 1 бар.

25.В воздухоподогреватель парового котла подается вентилятором 130 000 м^3/ч воздуха при температуре 30°С.

26.Определить объемный расход воздуха на выходе из воздухоподогревателя, если нагрев его производится до 400°С при

постоянном давлении.

27.Определить газовую постоянную для кислорода, водорода и

метана (СН4).

28.Определить массу кислорода, содержащегося в баллоне емкостью 60 л, если давление кислорода по манометру равно

10,8 бар, а показание ртутного барометра — 745 мм рт. ст. при

температуре 25°С.

29.В сосуде находится воздух под разрежением 75 мм рт. ст.

при температуре 0°С. Ртутный барометр показывает 748 мм при

температуре ртути 20ºС. Определить удельный объем воздуха при

этих условиях.

30.Какой объем будут занимать 11 кг воздуха при давлении

0,44 МПа и температуре 18°С?

Пример выполнения работы

1.Давление воздуха по ртутному барометру равно 770 мм при 0°С. Выразить это давление в барах и паскалях.

Решение:

1мм рт. ст. = 133,3 Па; 770 мм рт. ст. =102700 Па = 1,027 бар.

2.Определить абсолютное давление пара в котле, если манометр показывает Р=1,3 бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 680 мм при t = 25°С.

Решение:

Показание барометра получено при температуре t = 25°С. Это показание необходимо привести к 0 ºС по уравнению (5):

Ро = РТ (1 - 0,000172 t) = 680 · 0,9957 = 677,1 мм рт. ст.

Абсолютное давление пара в котле по формуле (3)

Рабс = 130000 + 677,1 · 133,3 = 0,22 МПа.

3.Давление в паровом котле Р = 0,4 бар при барометрическом давлении 725 мм рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в котле, если показание барометра повысится до 785 мм рт. ст., а

состояние пара в котле останется прежним? Барометрическое давление приведено к 0 °С.

Решение:

Абсолютное давление в котле Рабс = 400000 + 725 · 133,3 = 136642 Па.

Избыточное давление при показании барометра 785 мм рт. ст.

Ризб = 136642 – 785 · 133,3 = 32000 Па.

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 – 2
Правильность выполнения расчетов	0 – 2
Качество оформления работы	0 – 1
Итого	0 – 5

Результат контрольной работы

Контрольная работа оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

5 баллов (90-100 %) – «зачтено»;
4 балла (70-89 %) – «зачтено»;
3 балла (50-69 %) – «зачтено»;
2 балла (0-49 %) – «не зачтено».

Образец оформления титульного листа



Министерство высшего образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Кафедра горной механики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине
ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Специальность

21.05.04 Горное дело

Горные машины и оборудование

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа ГМО - 20

Преподаватель: Петров Петр Петрович,
к. т. н, доцент

Екатеринбург
2024

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.10 ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль):
«Горные машины и оборудование»

год набора: 2025

Автор: Таланкин Н.Н., преп., асп.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Горной Механики	Горно-механического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ 5
САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ 8
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ 12
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ 13
ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ 16
ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ 16
ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 17

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 «*Термодинамика и теплотехника* » 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 «*Термодинамика и теплотехника*» 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

1.Предмет изучения и основные понятия теплотехники. Разделы теплотехники, их назначение. Термодинамические параметры. Термодинамическое состояние.

2.Энергия. Способы передачи энергии. Тепловые машины. Рабочие тела. Термодинамические процессы.

3.Идеальный и реальные газы. Уравнение состояния идеального газа.

4.Газовые смеси. Парциальные характеристики. Состав смеси. Связь долей. Условные параметры смеси. Влажный воздух как газовая смесь.

5.* Пары. Процессы парообразования. Водяной пар. Термодинамические процессы водяного пара.

6.Теплоемкость. Полная и удельная теплоемкость. Зависимость теплоемкости от параметров процесса. Теплоемкости идеального газа. Формула Майера.

7.Работа и изменение внутренней энергии идеального газа. Первый закон термодинамики для идеального газа.

8.* Энтальпия.

9.Термодинамический процесс. Термодинамические процессы идеального газа, их изображение на рабочей диаграмме. Циклы.

10.Классические процессы в идеальном газе. Изобарный процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.

11.Классические процессы в идеальном газе. Изохорный процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.

12.Классические процессы в идеальном газе. Изотермический процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.

13.Классические процессы в идеальном газе. Адиабатический процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.

* Вопросы «со звездочкой» рассчитаны на высокие оценки и в экзаменационные билеты не включаются. Они могут быть предложены студентам как дополнительные во время экзамена.

14.* Политропный процесс. Классические процессы как частные случаи политропного процесса. Взаимное расположение классических процессов на p-v диаграмме.

15.Различные формулировки второго закона термодинамики. Его смысл и следствия. Прямой и обратный циклы. Примеры. Варианты использования.

16.Тепловая машина. Принцип работы. Термический КПД. 17.Холодильник. Принцип работы. Холодильный коэффициент. 18.Тепловой насос. Принцип работы. Отопительный коэффициент.

19.* Обратимые и необратимые процессы. Интеграл и неравенство Клаузиса. 20.* Энтропия. Изменение энтропии замкнутых систем. Философский смысл. 21.* T-s диаграмма. Ее свойства. Процессии идеального газа на T-s диаграмме.

22.Цикл Карно. КПД цикла Карно. Цикл Карно на T-s диаграмме. Оптимальное свойство цикла Карно. Карнотизация циклов.

23.Основные соотношения термодинамики при передаче тепла. Количество тепла при нагреве/остывании тела. Количество тепла при испарении/конденсации. Удельная теплоемкость воды. Удельная теплота испарения воды.

24.Основные соотношения термодинамики при передаче тепла. Количество тепла при плавлении/затвердевании. Удельная теплота плавления льда. Количество тепла при горении. Объемная теплота сгорания бензина и природного газа. Количество тепла затрате электрической энергии.

25.Теплообмен. Виды теплообмена. Простейшие виды теплообмена. Сложные виды теплообмена. Потоки тепла. Внутренние источники тепла.

26.Температура. Температурное поле. Способы задания. Изотермические поверхности и изотермы. Температурный градиент. Смысл градиента температуры.

27.Конвекция. Механизм конвекции. Ее причины и виды.

28.Теплопроводность. Механизм. Гипотеза Био-Фурье. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Его свойства. Характерные значения коэффициента теплопроводности для теплоизоляторов, теплопроводников, строительных материалов, жидкостей, газов.

29.Теплоотдача. Механизм. Закон Ньютона для теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи, его свойства. Характерные диапазоны коэффициента теплоотдачи.

30.Передача тепла излучением. Виды излучения. Преобразование энергии излучения. Модели тел с точки зрения взаимодействия с излучением.

31.Закон Стефана-Больцмана для передачи тепла излучением. Закон лучистого теплообмена. Сложный радиационно-конвективный теплообмен.

32.Уравнение переноса тепла. Основные предпосылки. Соответствие членов уравнения механизмам производства и переноса тепла и аккумуляции энергии. Уравнение переноса тепла для однородной среды. Коэффициент температуропроводности.

33.Понятие о краевых условиях. Геометрические, физические и динамические условия. Начальные условия. Граничные условия 1,2,3,4 рода.

34.Стационарные и нестационарные процессы. Уравнение стационарной теплопроводности без внутренних источников тепла. Стационарная теплопроводность плоской стенки (постановка задачи).

35.Стационарная теплопроводность плоской однослойной стенки. Постановка задачи при условиях 1 рода. Закон распределения температуры. Тепловой поток через плоскую стенку. Термическое сопротивление однослойной стенки.

36.Стационарная теплопроводность плоской многослойной стенки. Постановка задачи при условиях 1 рода. Закон распределения температуры. Тепловой поток через многослойную плоскую стенку. Термическое сопротивление многослойной стенки.

37.Тепловой поток через плоскую однослойную и многослойную стенку при граничных условиях 3 рода. Полное термическое сопротивление.

38.Термическое сопротивление и коэффициент теплопередачи. Связь теплового потока с температурным напором. Правило определения термического сопротивления для плоской стенки.

39.Стационарная теплопроводность однослойной цилиндрической стенки. Постановка задачи при условиях 1 рода. Закон распределения температуры. Тепловой поток через однослойную цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление однослойной цилиндрической стенки.

40.Стационарная теплопроводность многослойной цилиндрической стенки. Постановка задачи. Закон распределения температуры при условиях 1 и 3 рода. Тепловой поток через многослойную цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление многослойной цилиндрической стенки.

41.Линейное термическое сопротивление и линейный коэффициент теплопередачи. Связь теплового потока с температурным напором. Правило определения линейного термического сопротивления для цилиндрической стенки.

42.Диапазон учета цилиндричности. Использование формул для плоской стенки в случае цилиндрической стенки.

43.Тепловая изоляция. Понятие эффективности тепловой изоляции. Условие эффективности тепловой изоляции для цилиндрической стенки.

44.Теплообмен при течении жидкости в трубе. Постановка задачи. Температура в трубе и на выходе. Потери тепла. Проектный и проверочный расчеты, варианты их применения.

45.Интенсификация теплопередачи. Возможные подходы и их ограничения.

46.Интенсификация теплопередачи с помощью оребрения поверхности. Коэффициент эффективности ребер. Коэффициент теплопередачи ребристой стенки. Приведенный коэффициент теплоотдачи.

47.Выбор стороны оребрения. Эффективность оребрения. Использование ребер для понижения температуры стенки.

48.* Расчет теплоотдачи прямого ребра постоянной толщины.

49.* Подходы к расчету теплоотдачи прямых ребер переменной толщины.

50.Типы величин при исследовании технологического процесса. Независимые, параметры системы, параметры процесса. Определяющие и определяемые. Размерные величины и безразмерные комплексы.

51.Теория размерностей. Понятие подобия процессов и задач. Безразмерные критерии.

52.* Основные уравнения тепломассопереноса и основные безразмерные комплексы. Их физический смысл.

53.* Определение коэффициента теплоотдачи с использованием теории размерности. Характерные значения коэффициента теплоотдачи.

54.Применение излучения в пищевой промышленности. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки электрической спирали. Применение для конфорок плит.

55.Применение излучения в пищевой промышленности. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки тэнов. Применение для конфорок плит.

56.Применение излучения в пищевой промышленности. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки индукционных катушек. Применение для конфорок плит.

57.Применение для конфорок плит нагревательных элементов разных видов. Их сравнительные характеристики.

58.Микроволновая печь. Устройство и принцип действия. Разогрев продуктов в микроволновой печи. Посуда для микроволновой печи.

59.Теплообменные аппараты. Назначение. Классификация. Использование в пищевой промышленности.

60.Схема, принцип действия, достоинства и недостатки теплообменников: труба в трубе, змеевиковых, пластинчатых, кожухотрубных, с оребрением, оросительных.

61.* Теплообменные аппараты. Виды расчетов.

62.* Кипение. Использование кипения в пищевой промышленности. Классификация кипения. Кипение в объеме и в потоке. Расчет аппаратов с кипением.

* Вопросы «со звездочкой» рассчитаны на высокие оценки и в экзаменационные билеты не включаются. Они могут быть предложены студентам как дополнительные во время экзамена.

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 обучающиеся выполняют 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 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 последую-

щим 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, 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 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 *«Термодинамика и теплотехника»* 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 *«Термодинамика и теплотехника»*.

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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Ректор проректора по УМР

_В.В.Зубов

Н.А.Новикова

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Учебное пособие
по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов специальности – 21.05.04«Горное дело», направления 15.03.01 «Машиностроение», 15.03.02. «Технологические машины и оборудование» ***заочного обучения***

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Эксплуатации горного оборудования	Горномеханического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Симисинов Д.И.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 13.09.2023	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……. ……. … 4

1. Основные понятия и определения в области взаимозаменяемости……5

2. Понятие о размерах допусках и посадках……..... …….7

3. Единая система допусков и посадок…… …….. 14

3.1.Закономерности построения допусков……..... 15

3.2 Системы допусков и посадок……..... 18

3.3. Ряды основных отклонений……... 22

3.4. Поля допусков……..... …....24

3.5.Образование посадок…….. ..25

3.6. Обозначение полей допусков, предельных отклонений и посадок на чертежах …….. ……. 26

Контрольная работа……. …… 28

Приложение №1……

Приложение №2……

Список литературы…….

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является одной из важнейших инженерных дисциплин, так как неразрывно связана с главной задачей современного машиностроения – обеспечение высокого качества выпускаемой продукции. Качество изделий машиностроения, как и любого другого вида продукции, является физической категорией, зависящей от множества конструкторских, технологических и организационно-технологических факторов, проявляющихся на этапах жизненного цикла изделия. Установлено, что до 90% эксплуатационных свойств деталей изделий машиностроения может быть достигнуто за счет соответствующего нормирования точностей геометрических параметров элементов деталей и их поверхностей. К таким эксплуатационным свойствам следует отнести взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц, износостойкость трущихся поверхностей, долговечность, герметичность и прочность соединений и др.

Знания, умения и навыки, полученные в результате изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» помогут студентам пользоваться государственными стандартами при нормировании точности геометрических параметров гладких цилиндрических и типовых деталей и сборочных единиц, обозначать их на рабочих чертежах.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Взаимозаменяемость – свойство независимо изготовленных деталей и сборочных единиц занимать свое место в изделии без дополнительной механической или ручной обработки при сборке, обеспечивая при этом нормальную работу собираемых узлов, механизмов, машин. Взаимозаменяемость не обеспечивается только точностью геометрических параметров, Взаимозаменяемыми должны быть форма, механические, электрические и другие количественные и качественные характеристики деталей и сборочных единиц. Такая взаимозаменяемость называется полной. Полную взаимозаменяемость экономически целесообразно применять для деталей, изготовленных с допусками не точнее 6-го квалитета.

При полной взаимозаменяемости:

- упрощается процесс сборки – он сводится к простому соединению деталей рабочими преимущественно невысокой квалификации;

- появляется возможность точно нормировать процесс сборки во времени, устанавливать необходимый темп работы и применять поточный метод;

- создаются условия для автоматизации процессов изготовления и сборки изделий;

-упрощается и удешевляется ремонт изделий, гак как любая изношенная или поломанная деталь или сборочная единица может быть заменена новой (запасной).

Иногда для удовлетворения эксплуатационных требований необходимо изготовлять детали и сборочные единицы с малыми экономически неприемлемыми или технологически трудно выполнимыми допусками. В этих случаях для получения требуемой точности сборки применяют групповой подбор деталей (селективную сборку), компенсаторы, регулирование положения некоторых частей машин и приборов, пригонку и другие дополнительные технологические мероприятия при обязательном выполнении требовании к качеству сборочных единиц и изделий. Такую взаимозаменяемость называют неполной (ограниченной). Ее можно осуществлять не по всем, а только по отдельным геометрическим или другим параметрам.

Внешняя взаимозаменяемость — это взаимозаменяемость покупных и кооперируемых изделий (монтируемых в другие более сложные изделия) и сборочных единиц по эксплуатационным показателям, а также по размерам и форме присоединительных поверхностей. Например, в электродвигателях внешнюю взаимозаменяемость обеспечивают по частоте вращения вала и мощности, а также по размерам присоединительных поверхностей; в подшипниках качения — по наружному диаметру наружного кольца и внутреннему диаметру внутреннего кольца.

Внутренняя взаимозаменяемость распространяется на детали, сборочные единицы и механизмы, входящие в изделие. Например, в подшипнике качения внутреннюю групповую взаимозаменяемость имеют тела качения и кольца.

2. ПОНЯТИЯ О РАЗМЕРАХ, ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

Под размером понимают числовое значение линейной или угловой величины в выбранных единицах измерения. Различают номинальный, действительный и предельные размеры.

Номинальный размер — это размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит также началом отсчета отклонений. Номинальный размер, общий для отверстия и вала, образующих соединение, называется номинальным размером соединения. Это основной размер, полученный на основе кинематических, динамических и прочностных расчетов или выбранный из конструктивных, технологических, эксплуатационных, эстетических и других соображений и указанный на чертеже.

Полученный, таким образом номинальный размер должен быть округлен до ближайшего стандартного из ряда нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры».

Действительный — это размер, установленный измерением с допустимой погрешностью. Величина допускаемой погрешности измерения, по которой выбирается необходимое средство измерения, регламентируется ГОСТ 8.051-81 в зависимости от точности изготовления, заданной на чертеже.

Предельные размеры — это два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров

называется *наибольшим предельным размером,* а меньший- *наименьшим предельным размером.*

Принято обозначать номинальный, действительный и предельные размеры для отверстий - D, D_r, D_{max}, D_{min};

для валов – d, d_r, d_{max}, d_{min}..

При выходе действительного размера за предельные – деталь считается бракованной.

Условие годности для отверстий*:* $D_{min} \le D_r \le D_{max}$;

для валов $d_{min.} \le d_r \le d_{max}$.

Для упрощения простановки размеров на чертежах вместо предельных размеров проставляют предельные отклонения. Предель-ные отклонения подразделяют на верхнее и нижнее.

Верхнее — это алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами, *нижнее отклонение* — это алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

В ГОСТ 25346-89 приняты условные обозначения: верхнее отклонение отверстия —*ES,* вала — *es,* нижнее отклонение отверстия — *El,* вала — *ei.*

Согласно определениям:

Для отверстий

$$ES = D_{max} - D; \qquad El = D_{min} - D;$$

Для валов

$$es = d_{max.} - d\,; \qquad ei = d_{min} - d\,;$$

Предельные отклонения могут иметь положительные и отрицательные значения, или одно из них может быть равным нулю.

Допуск размера — это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями. Допуск обозначается *IT* или T_D – допуск отверстия и T_d – допуск вала.

Согласно определениям:

Допуск отверстия

$$T_D = D_{max} - D_{min}\,;$$

Допуск вала

$$T_d = d_{max} - d_{min}\,.$$

Допуск размера всегда положительная величина.

Поле допуска - это поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Для графического изображения полей допусков, позволяющего понять соотношения номинального и предельных размеров, предельных отклонений и допуска, введено понятие нулевой линии.

Нулевая линия — это линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются предельные отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. При горизонтальном расположении нулевой линии положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные — вниз (рис. 2.1 и 2.2).

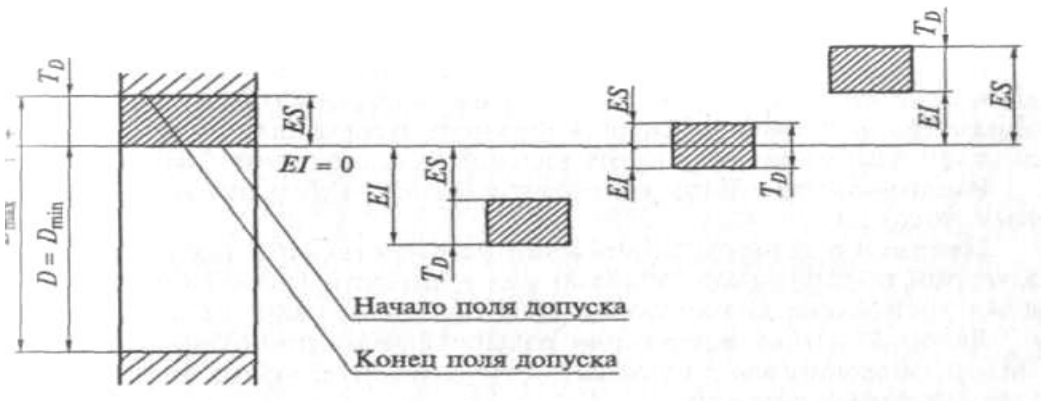


Рис.2.1 Схемы расположения полей допусков в системе отверстия

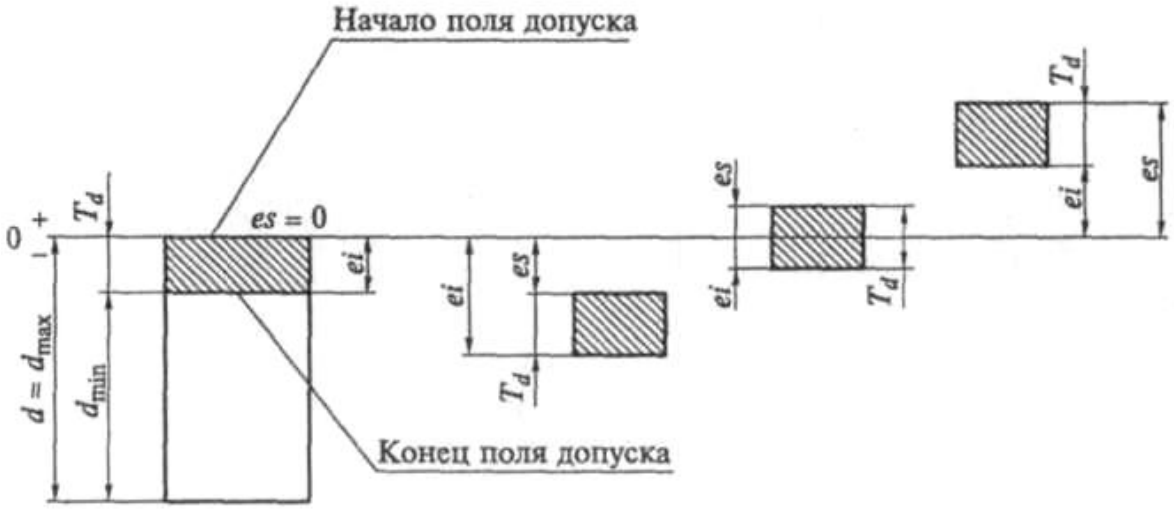


Рис.2.2 Схемы расположения полей допусков в системе вала

В машинах и механизмах детали не находятся обособленно друг от друга, они собираются в определенные узлы, комплекты, группы. Поверхности деталей, по которым происходит сопряжение одной детали с другой называют сопрягаемыми поверхностями.

Остальные поверхности называются свободными. Поверх-ности могут быть как цилиндрическими (ось вагона, подшипник скольжения), так и плоскими (шпонка, шпоночный паз). В терминологии по допускам и посадкам: *вал* - все охватываемые наружные поверхности, о*тверстие* -внутренние охватывающие поверхности.

Посадкой – называется характер соединения деталей, определяемый разностью действительных размеров вала и отверстия. Различают три вида посадок: с зазором, с натягом и переходные посадки.

Посадкой с зазором называют такое соединение, у которого действительный размер отверстия больше действительного размера вала. Поле допуска отверстия располагается над полем допуска вала. (рис. 2.3). Основными характеристиками посадки с зазором являются:

Наименьший зазор $S_{min} = D_{min} - d_{max}$;

наибольший зазор $S_{max} = D_{max} - d_{min}$;

средний зазор $S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2}$;

действительный зазор $S_д = D_д - d_d$;

допуск зазора (допуск посадки с зазором) $T_s = S_{max} - S_{min} =$

$= T_D + T_d$

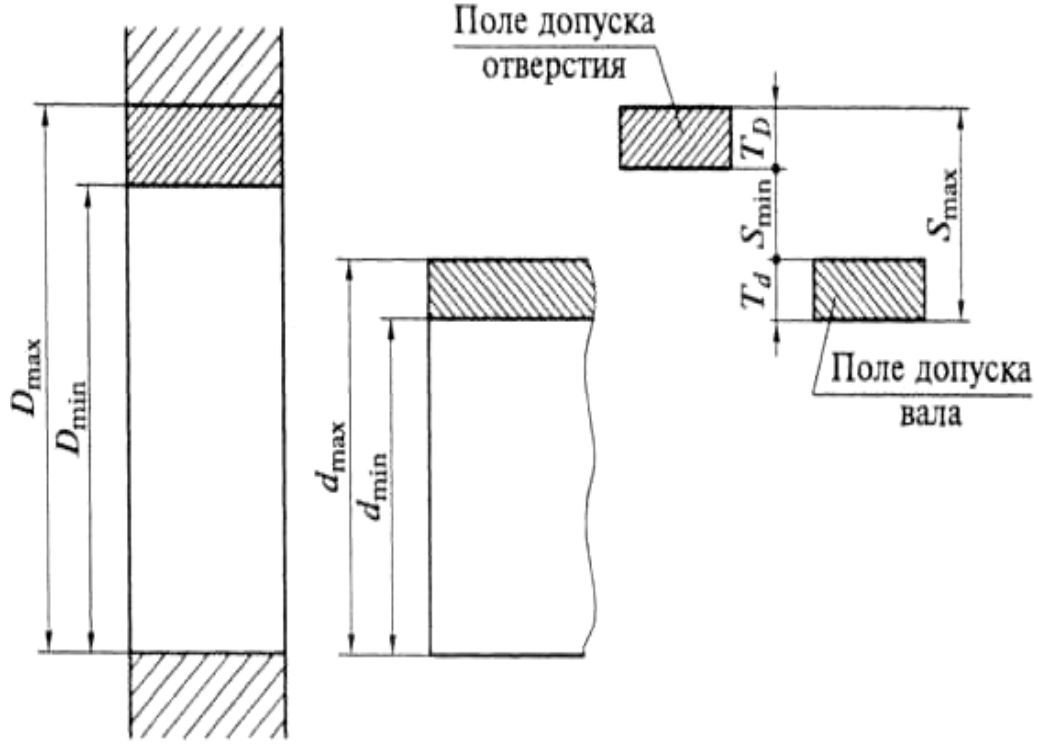


Рис.2.3 Схемы расположения полей допусков при посадках с зазором

посадкой с натягом называется посадка, у которой при любых условиях сборки, действительный размер вала больше действительного размера отверстия (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия) (рис. 2.4). Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки. Основными характеристиками посадки с натягом являются:

наименьший натяг $N_{min} = d_{min} - D_{max}$;

наибольший натяг $N_{max} = d_{max} - D_{min}$;

средний натяг $N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}$;

действительный натяг $N_д = d_d - D_д$

допуск натяга (допуск посадки с натягом) $T_N = N_{max} - N_{min} =$

$= T_D + T_d$.

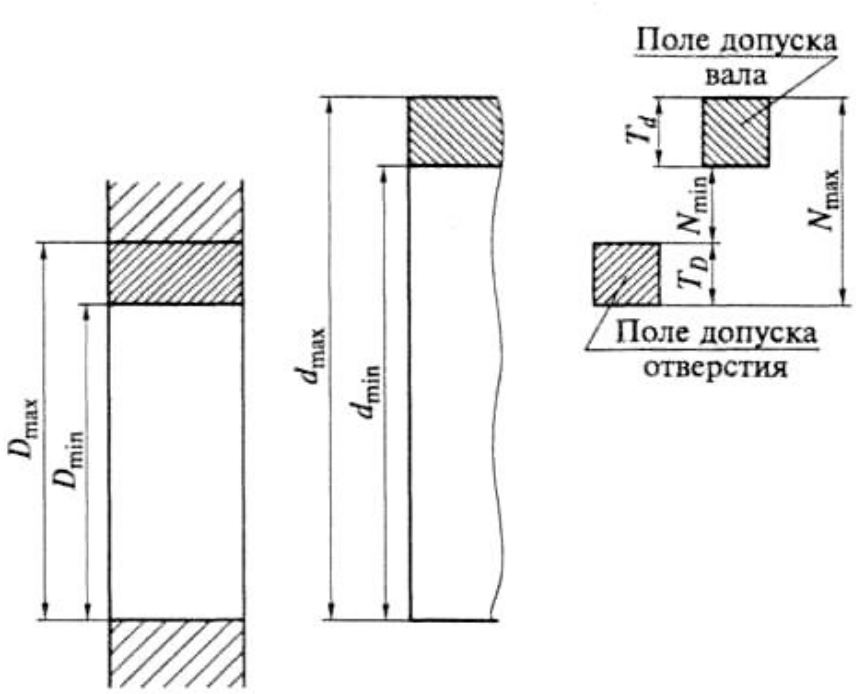


Рис.2.4 Схемы расположения полей допусков при посадках с натягом

Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью) (рис.2.5). Переходные посадки используются для неподвижных соединений, когда при эксплуатация необ-ходима частая разборка и сборка, а также когда к цент-рированию деталей предъявляются повышенные требования.

Основными характеристиками переходных посадок являются:

наибольший натяг $N_{max} = d_{max} - D_{min}$;

наибольший зазор $S_{max} = D_{max} - d_{min}$;

действительный натяг $N_д = d_d - D_д$

действительный зазор $S_д = D_д - d_d$;

допуск посадки $T_{N(S)} = N_{max} + S_{max} = T_D + T_d$.

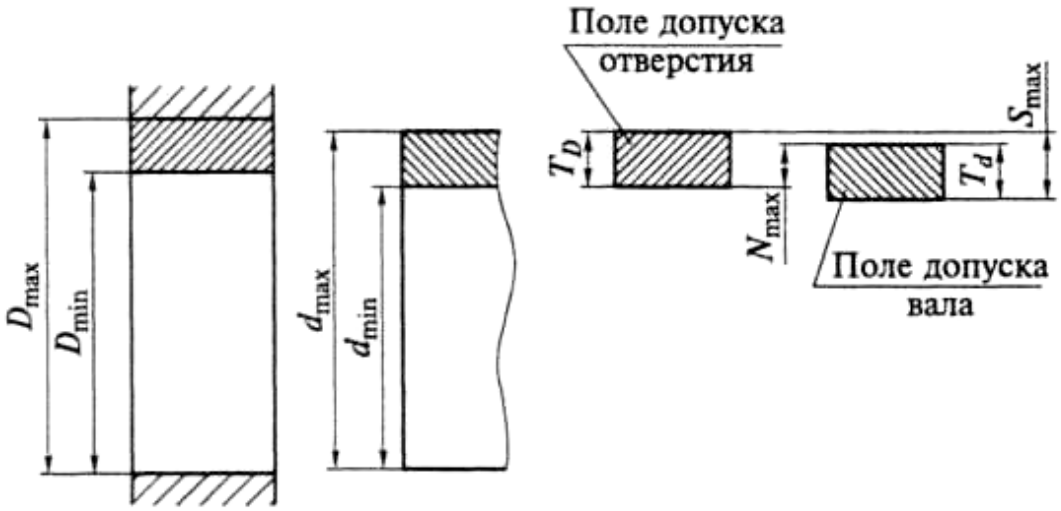


Рис.2.5 Схемы расположения полей допусков при переходных посадках

3. ЕДИНАЯ СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК

Системой допусков и посадок называют совокупность допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин. Единая система допусков и посадок (ЕСДП) гладких соединений изложена в стандартах: ГОСТ 25346-89; ГОСТ 25347-82; Согласно стандартам в ЕСДП установлены допуски и посадки для размеров до 1 мм; свыше 1 мм до 500 мм; свыше 500 мм до 3150 мм. Детали, размеры которых входят в каждый из этих диапазонов, имеют свои особенности при проектировании, обработке и контроле. Так, размеры диапазона свыше 0 до 1 мм наиболее часто реализуются в микроэлектронике с использованием нанотехнологий, размеры свыше 1 до 500 мм – в машиностроении, а размеры свыше 500 мм – в станкостроении, тяжелом машиностроении. Рассмотрим построение системы допусков и посадок для размеров от 1 до 500 мм.

3.1 Закономерности построения допусков

Основная закономерность построения допусков размеров *IT*, имеет вид

$$IT\ (T) = a\ i \qquad (1.1)$$

Где a – число единиц допуска; i- единица допуска, мкм

Единица допуска функционально связана с номинальным размером и является масштабом для измерения допуска в закономерности (1.1).

На основании исследований точности механической обработки установлены следующие зависимости единиц допуска для размеров до 500 мм

$$i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001D, \qquad (1{,}2)$$

где i — единица допуска, мкм; D — среднее геометрическое крайних размеров каждого интервала размеров, мм.

Каждый диапазон размеров разбивается на *интервалы* — основные и промежуточные. В пределах каждого интервала основные отклонения и допуски неизменны. Основные интервалы используются для определения всех допусков системы. В СДП для номинальных размеров от 1 до 500 мм предусмотрено 13 основных интервалов размеров. Для полей допусков, образующих посадки с большими величинами зазоров или натягов, введены дополнительные промежуточные интервалы, что позволяет уменьшить колебание зазоров и натягов и делает посадки более определенными.

Интервалы подразделяются на основные и промежуточные.

Диапазон размеров до 500 мм разбит на 13 основных интервалов:

свыше1 до З мм; свыше 30 до 50 мм; свыше 250 до 315 мм;
свыше З до б мм; свыше 50 до 80 мм; свыше 315 до 400 мм;
свыше б до10 мм; свыше 80 до 120 мм; свыше 400 до 500мм.
свыше 10 до 18 мм; свыше 120 до 180 мм;
свыше 18 до 30 мм; свыше 180 до 250 мм;

Промежуточные интервалы введены для номинальных размеров свыше 10 мм и делят каждый основной интервал на две, а в некоторых случаях – на три части. В пределах каждого интервала по зависимости (1.2.) установлена единица допуска. Значения единицы допуска для каждого интервала приведены в табл.1.

Таблица 1

Единица допуска для размеров от 1 до 500 мм

Интервалы диаметров	1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
Единица допуска ι, мкм	0,54	0,73	0,90	1.09	1,30	1,56	1,86	2,17	2,52	2,89	3.23	3,54	3,89

Детали разного назначения в различных машинах и механизмах должны быть изготовлены с различной точностью. Нормирование требуемых уровней точности осуществляется с помощью квалитетов. Под ***квалитетом*** понимается совокупность допусков, изменяющихся в зависимости от номинального размера так, что уровень точности для всех но-минальных размеров остается одинаковым. Допуск, характери-зующий точность, в пределах одного квалитета зависит только от номинального размера, входящего в единицу допуска *i*.

В ЕСДП предусмотрено 20 квалитетов, которые обозначают-ся арабскими цифрами (01; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; …;18).

С увеличением номера квалитета точность понижается (до-пуск увеличивается).

Самые точные квалитеты (01, 0, 1, 2, 3, 4), как правило, применяются при изготовлении образцовых мер и калибров.

Квалитеты с 5-го по 12-й, как правило, применяются для сопрягаемых элементов деталей при образовании посадок.

Квалитеты с 12-го по 18-й применяют для несопрягаемых элементов деталей.

Допуск по квалитету обозначается буквами *IT* с указанием номера квалитета, например *IT*8 - допуск по 8 квалитету.

Квалитеты отличаются друг от друга коэффициентом точ-ности *a* (количеством единиц допуска) В табл. 2 приведено количество единиц допуска для каждого квалитета, начиная с 5 по 18.

Таблица 2

Число единиц допуска

квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
«*a*»	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

3.2 Системы допусков и посадок

Стандарты предусматривают две равноправные системы посадок: систему отверстия и систему вала.

Система отверстия – система допусков и посадок, при которой для данного номинального размера и данного квалитета предельные отклонения отверстия

остаются постоянными, а требуемые посадки достигаются за счет изменения предельных размеров вала (рис.3.1). В системе отверстия основной деталью является *основное отверстие,* которого нижнее отклонение EI=0, а верхнее ES = + T_D.

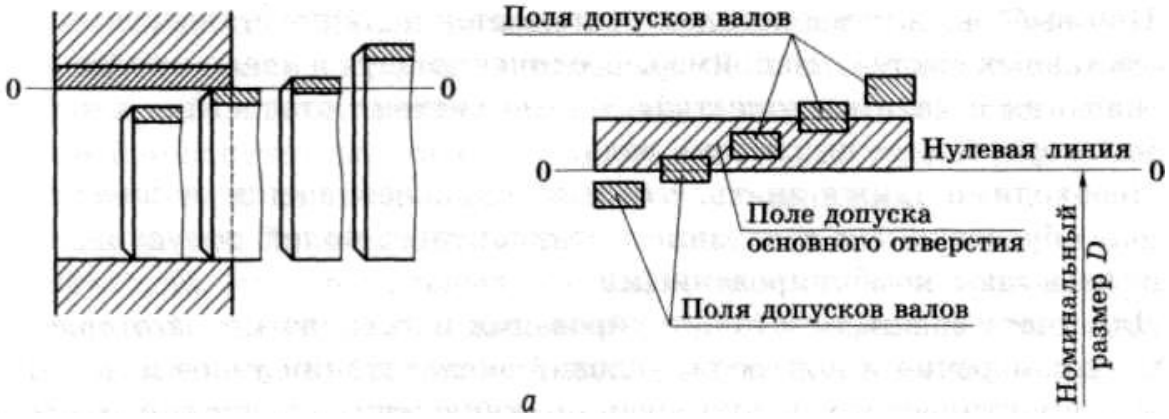


Рис.3.1 Посадки в системе отверстия

Система вала – система допусков и посадок, при которой для данного номинального размера и данного квалитета предельные отклонения вала остаются постоянными, а требуемые посадки достигаются за счет изменения предельных размеров отверстия (рис.3.2). В системе вала основной деталью является *основной вал* у которого верхнее отклонение es=0, а нижнее ei = - T_d.

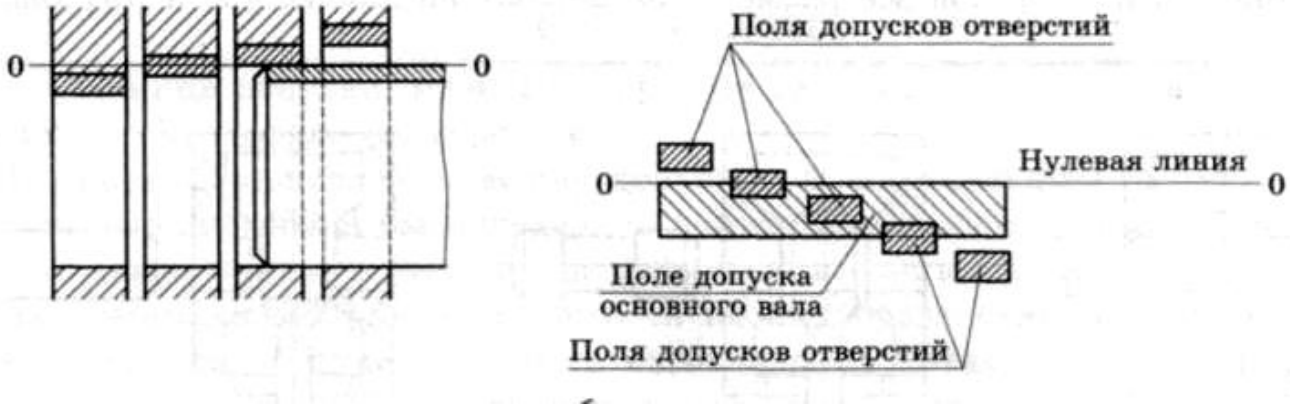


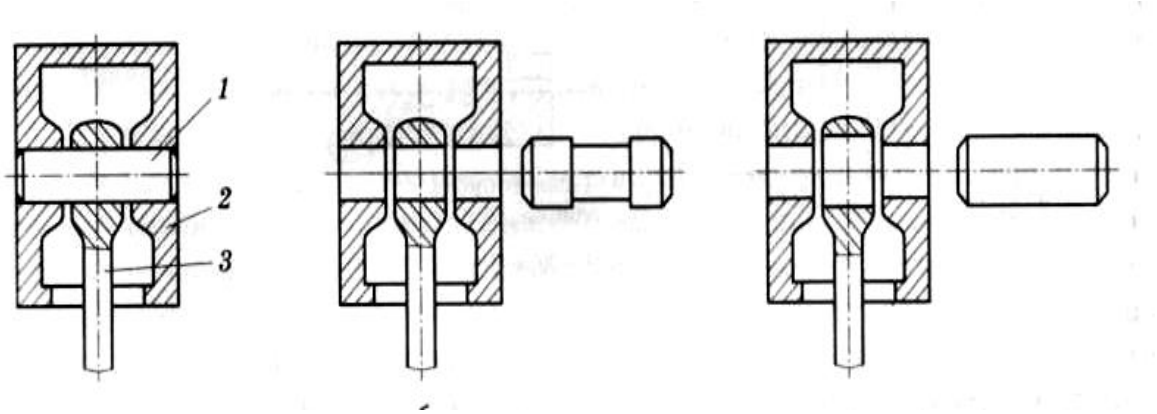
Рис.3.2. посадки в системе вала

Выбор системы посадки (отверстия или вала) определяют исходя из конструктивных, технологических и экономических сообра-жений.

Предпочтительной является система отверстия. Это связано с тем, что отверстия обрабатываются дорогостоящим режущим инстру-ментом (сверлом, протяжкой, зенкером, разверткой и т.п.), пред-назначенным для обработки только одного размера с

определенным полем допуска. Вал, независимо от размера, в большинстве своем обрабатывается одним и тем же инструментом (резцом, шлифо-вальным кругом). Таким образом, количество типоразмеров инстру-мента для обработки отверстий будет значительно меньше при наз-начении посадки в системе отверстия. Система вала применяется в следующих случаях:

- когда на одном валу необходимо чередовать соединения нескольких отверстий одного номинального размера с различны-ми посадками. На рис. 3.3, *а* представлено соединение поршнево-го пальца *1* с поршнем *2* и шатуном *3*. Для нормальной работы этого узла соединение поршня и пальца должно быть выполнено по неподвижной посадке, а шатуна с пальцем — по подвижной посадке. Назначение посадок в системе отверстия (рис. 3.3, *б)* привело бы к неудобствам при обработке ступенчатого пальца и, главное, к порче отверстия шатуна при сборке. При назначении посадок в системе вала (рис. 3.3, *в*) эти недостатки исключаются.



а *б* *в*

Рис.3.3 Соединение поршневого пальца с поршнем и шатуном двигателя автомобиля; *а* – общий вид соединения: 1 – поршневой палец; 2- поршень; 3- шатун; *б*- соединение в системе отверстия*; в*- соединение в системе вала

- система вала также применяется в случаях, когда детали типа валиков или осей изготавливаются из калиброванных холодно-тянутых прутков, дополнительная механическая обработка кото-рых не предусматривается.

- и, наконец, посадка в системе вала назначается в случаях, когда вал является стандартной деталью или сборочной единицей (штифт, шплинт, шпонка, наружное кольцо подшипника и т.п.).

Необходимо также отметить, что возможно назначение и внесистемных посадок, образованных сочетанием стандартных полей допусков, которые иногда называют комбинированными.

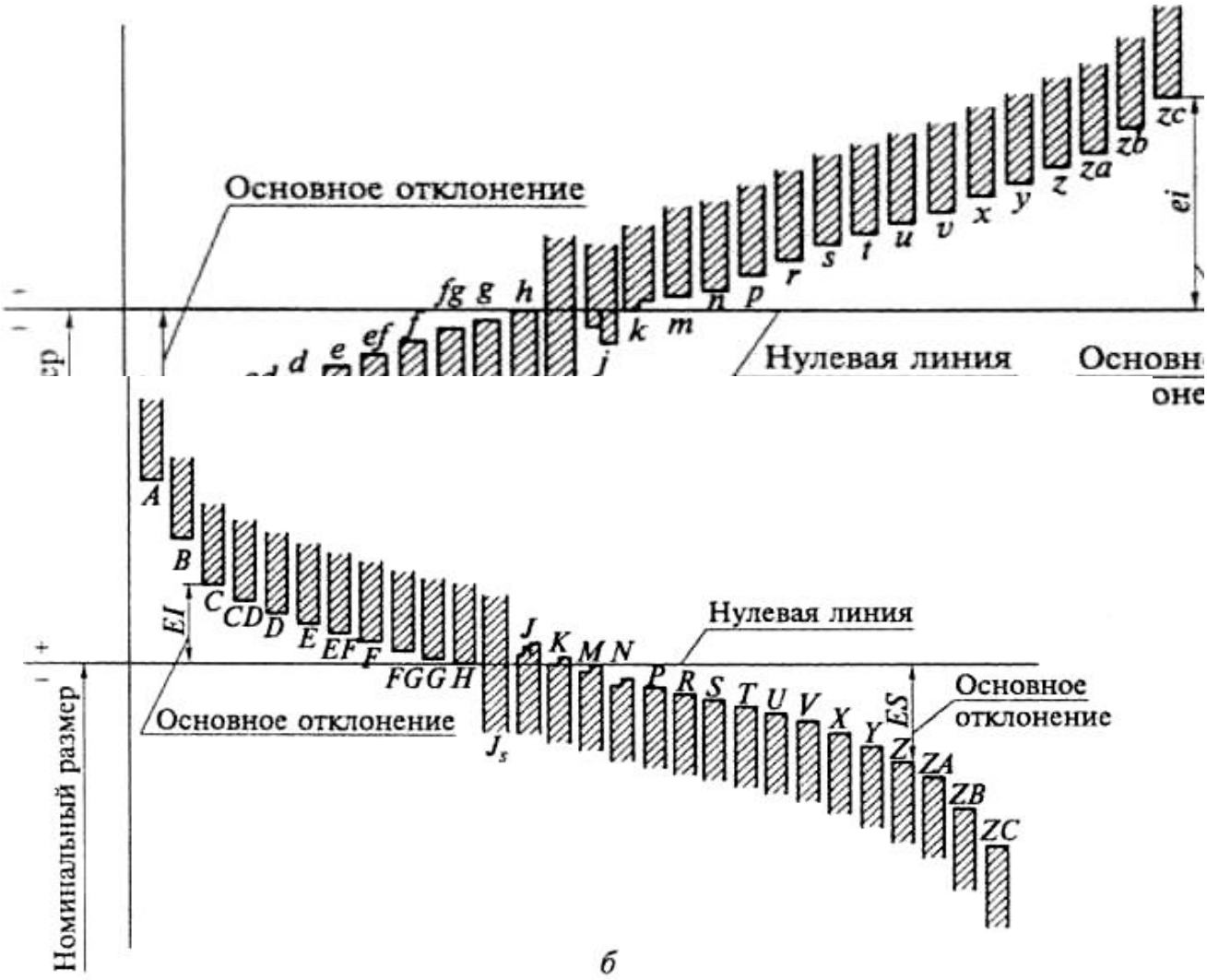
3.3 Ряды основных отклонений

Основное отклонение- это одно из двух предельных откло-нений (верхнее или нижнее), по величине и знаку которого определяется положение поля допуска относительно нулевой линии.

По ЕСДП таким отклонением является отклонение, ближайшее к нулевой линии. Стандарт предусматривает 28 рядов основных отклонений для валов и столько же основных отклонений для отверстий. Отклонения валов обозначаются строчными буквами латинского алфавита от *a* до *z* , а отверс-тия прописными буквами от *A* до *Z*.

Схематично ряды основных отклонений показаны на рис.3.4

Каждому основному отклонению на схеме соответствуют горизонтальная черта, от которой начинается поле допуска. Штриховкой показано направление поля допуска, а второе отклонение зависит от того, по какому квалитету будет выполнено данное предельное отклонение.



б

Рис.3.4. основные отклонения для валов (а), для отверстий (б)

3.4 Поля допусков

Поле допуска в ЕСДП образуется сочетанием одного из основных отклонений с допуском по одному из квалитетов. В соответствии с этим поля допусков обозначаются буквой основного отклонения и номерами квалитетов, например

для валов $h6$, $d11$, $b12$, $s8$ и т.д.;

для отверстий $A11$, $H8$, $S7$ и т.д.

По основному отклонению и допуску вычисляют второе предельное отклонение, ограничивающее данное поле допуска.

Если основное отклонение - верхнее, то нижнее отклонение определяют по зависимости:

для вала $ei = es - IT$;

для отверстия $El = ES - IT$.

Если основное отклонение – нижнее, то верхнее отклонение :

для вала $es = ei + IT$;

для отверстия $ES = El + El$.

В системе ЕСДП можно образовывать поля допусков для любого квалитета, что позволяет получить более 500 полей допусков для валов и столько же полей допусков для отверстий. Однако не все возможные поля допусков могут найти применение даже в перспективе, на которую ориентирован стандарт, так как одновременное применение на практике всех полей допусков неприемлемо по экономическим соображениям (затрудняет уни-фикацию изделий, различных инструментов и калибров). В ЕСДП для диапазона размеров от 1 до 500 мм применяется отбор полей допусков, которые делятся на основные и дополнительные .

Основные поля допусков включают в себя предпочтительные (име-ющие первоочередное применение) и рекомендуемые. Допол-нительные поля допусков являются полями ограниченного при-менения и используются тогда, когда применение основных полей допусков не позволяет выполнить требования, предъявляемые к изделию.

3.5 Образование посадок

Посадки в системе ЕСДП образуются сочетанием полей допусков отверстия и вала.

Принципиально допускается любое сочетание полей допус-ков отверстия и вала. Предпочтение следует отдавать посадкам, образованным в системе отверстия или в системе вала. ГОСТ 25347 -82 устанавливает ряд стандартных посадок в системе

отверстия и в системе вала. В каждой системе выделяются предпочтительные посадки, выделенные ра-мочками. Рекомендуемые посадки приведены в Приложении 1 к ГОСТ 25347-82.

Допускается применение комбинированных посадок, в которых отверстие и вал выполнены в разных системах. Например, посадка *F8/f7*.

Допуски и отклонения, установленные стандартами, относятся к деталям, размеры которых определены при нормальной температуре, которая во всех странах принята равной $+20\ ^0$ С .

3.6. Обозначение полей допусков, предельных отклонений и посадок на чертежах

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными (буквенными) обозначениями полей допусков или числовыми значениями предельных отклонений, а также буквенными обозначениями полей-допусков с одновременным указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений (рис. 3.5, а и б).

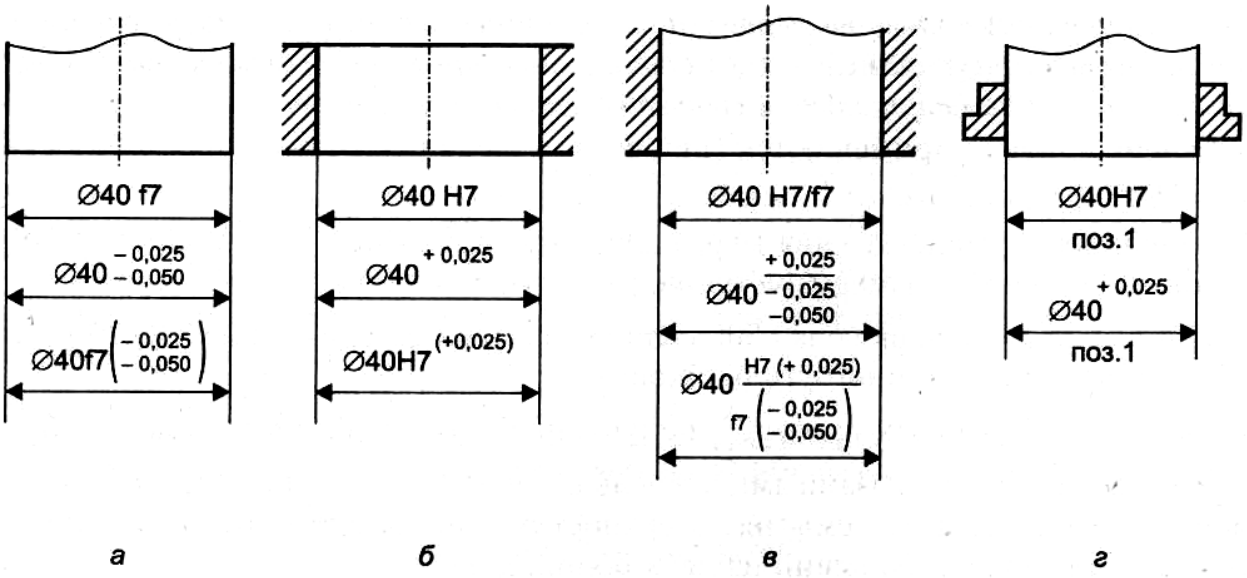


Рис.3.5. Примеры обозначения полей допусков и посадок на чертежах

На конструкторских и технологических чертежах номинальные и предельные размеры, а также их отклонения по ГОСТ 2.307-68 указываются в миллиметрах без обозначения единицы измерения (например, $50^{+0,025}$; $50_{-0,025}$; $85\begin{matrix}-0,013\\-0,024\end{matrix}$). Угловые

размеры и их предельные отклонения указываются в градусах, минутах или секундах с указанием единицы измерения (например, 30°15'40").

При равенстве абсолютных значений отклонений они указываются один раз со знаком «±» рядом с номинальным размером (например,85±0,02). Отклонение, равное нулю, на чертежах не проставляется. Наносят только одно отклонение — положительное на месте верхнего предельного отклонения, отрицательное — на месте нижнего предельного отклонения (например, $60_{-0,022}$; $89^{+0,02}$).

Посадки и предельные отклонения размеров деталей, изобра-женных на чертеже в собранном виде, указывают дробью: в числи-теле — буквенное обозначение или числовые значения предель-ных отклонений отверстия либо буквенное обозначение с указа-нием справа в скобках их числовых значений, в знаменателе — аналогичное обозначение поля допуска вала (рис. 3.5, *в*). Иногда для обозначения посадки указывают предельные отклонения только одной из сопрягаемых деталей (рис 3.5,г).

Предельные отклонения могут назначаться для размеров, не указанных на чертеже детали, включая несопрягаемые и неответственные размеры. Например, в технических требованиях дается указание: «Неуказанные предельные отклонения размеров:

отверстий H14, валов hl4, остальных $\pm\frac{IT14}{2}$» или «Неуказанные предельные отклонения

размеров: диаметров H12, hl2, остальных $\pm\frac{IT14}{2}$».

В целях закрепления основных положений по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация» студенты самостоятельно выполняют практическую работу.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Работа заключается в анализе допусков и посадок гладких соединений. Анализируются все стандартные посадки, образую-щиеся с основным валом заданного квалитета и заданного номи-нального размера и все стандартные посадки, образующиеся с основным отверстием заданного квалитета и размера.

Работа выполняется на специальном бланке и подлежит защите. Бланк заполняется карандашом, с соблюдением требований ГОСТ 2.307-68.

Для выполнения данной контрольной работы студенту необходим для определения полей допусков ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75). (Приложение1 и 2)

1.Последовательность выполнения работы

1.1. Для выполнения работы студент получает бланк с заданием.

1.2. Из таблицы ГОСТ 25347-82 или по приложению 1 данного руководства выписать в графу 1 бланка работы все стандартные посадки, образующиеся с основным валом заданного квалитета, а по таблице приложения 2 выписать все стандартные посадки, образующиеся с основным отверстием заданного квалитета.

1.3 Посадки записываются в соответствии с ГОСТ на условные обозначения полей допусков: предельные отклонения отверстия записываются в числителе, а вала – в знаменателе, например: $50\ \frac{H7}{e8}$ или 50 *H7/e8*. Где: 50 – номинальный размер соединения; *H7*- условное обозначение поля допуска отверстия; *e8*- поле допуска вала.

Аналогично по заданному квалитету и номинальному размеру выписываются все стандартные посадки в системе вала.

1.4. В графы 2 и 3 каждой системы посадки (система отверстия, система вала) заносятся числовые значения предельных отклонений для всех полей допусков.

Числовые значения предельных отклонений принимаются по ГОСТ25347-82 (СТ СЭВ 144-75). При отсутствии указанного стандарта предельные отклонения находят расчетным путем с помощью ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75).

1.5. В графы 4 и 5 каждой системы посадок записываются исполнительные размеры для отверстий и валов с указанием условного обозначения предельных отклонений, а в графы 6 и 7 – исполнительные размеры, но уже в числовых величинах предельных отклонений, мм.

1.6. Проводится математический анализ зазоров и натягов для каждого сопряжения в обеих системах. Величины зазоров и натягов по абсолютной величине, в мкм, заносятся в графы отчета 8, 9, 10 и 11 соответственно каждой системы посадок.

Предельные зазоры и натяги определяются:

посадки с зазором:

$$S_{max} = ES - ei\ , \qquad S_{min} = EI - es\ ;$$

посадки с натягом:

$$N_{max} = es - EI, \qquad N_{min} = ei - ES\ ;$$

переходные посадки:

$$S_{max} = ES - ei, \qquad N_{max} = es - EI,$$

где S_{max} и S_{min} - наибольший и наименьший зазор;

N_{max} и N_{min} - наибольший и наименьший натяг;

ES и *EI* - верхнее и нижнее отклонение отверстия;

es и *ei* - верхнее и нижнее отклонение вала.

1.7. Определяется для посадок в системе отверстия и в системе вала допуск посадки исходя из предельных зазоров или натягов.

Для посадок с зазором $T_n = S_{max} - S_{min} = IT_D + IT_d$;

Для посадок с натягом $T_n = N_{max} - N_{min} = IT_D + IT_d$;

Для переходных посадок $T_n = S_{max} + N_{max} = IT_D + IT_d$;

При этом IT_D – допуск отверстия,

IT_d – допуск вала.

Результаты расчета заносятся в графу 12 бланка отчета соответственно каждой посадке, мкм.

1.8. Строятся схемы полей допусков для всех посадок в системе отверстия и в системе вала. Для построения полей допусков следует принять определенный масштаб.

1.9. Для одной (любой) посадки в системе отверстия и для одной посадки в системе вала оформляются эскизы сопряжений.

При этом на эскизах сопряжений указать исполнительные размеры на двух размерных линиях: на одной указать номинальный размер и условное обозначение предельных отклонений, на второй - номинальный размер с числовыми предельными отклонениями.

Образец контрольной работы №1 приведен в таблице 1.1 и Рис.1.1, Рис.1.2.

Таблица 1.1

Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h5 номинального размера 20 мм

Посад-ка	Отклоне-ние в мкм.		Наносимый размер на чертежах деталей (в мм)				Натяги в мкм		Зазоры в мкм		Допуск посадки в мкм
	Отв	Вал	Условно		С числовыми отклонениями		max	min	max	min	
	ES EJ	es ej	Отв	Вал	Отв.	Вал					
20F7/h5	+41 +20	0 -9	20F7	20h5	$20^{+0,041}_{+0,020}$	$20_{-0,009}$	-	-	50	20	30
20G6/h5	+20 +7		20G6		$20^{+0.020}_{+0,007}$		-	-	29	7	22
20H6/$h5$	+13 0		20H6		$20^{+0,013}$		-	-	22	0	22
$20I_s6$/h5	+6,5 - 6,5		$20I_s6$		$20\pm0,0065$		6,5	-	15,5	-	22

Схема полей допусков для размера 20 мм с полем допуска основного вала h5

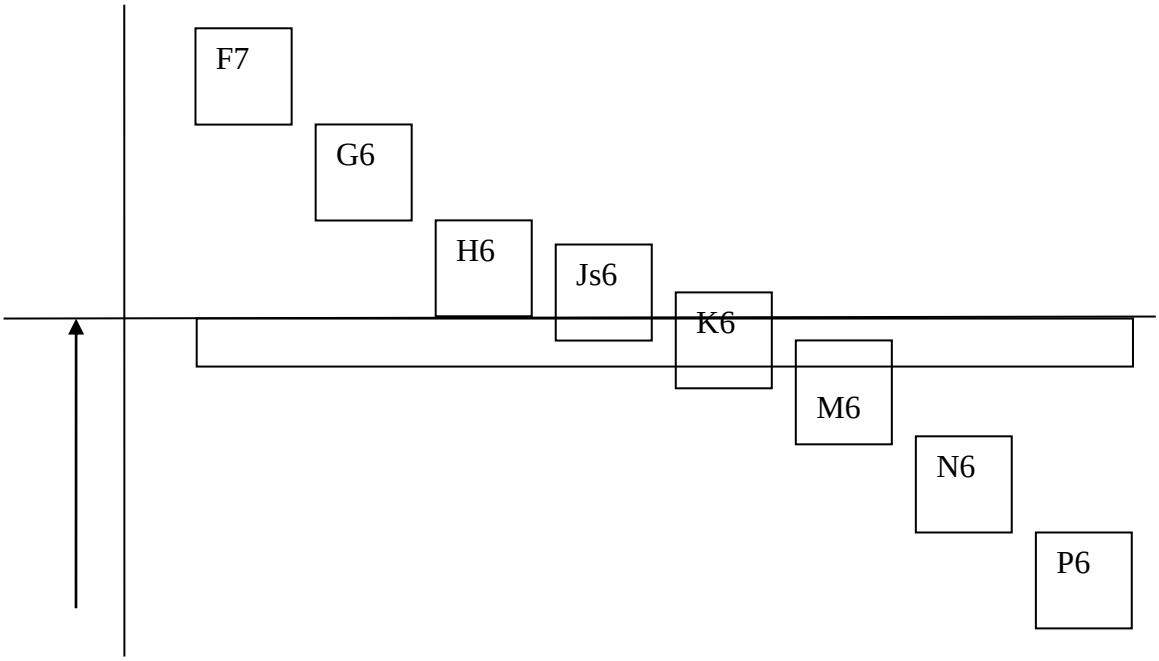
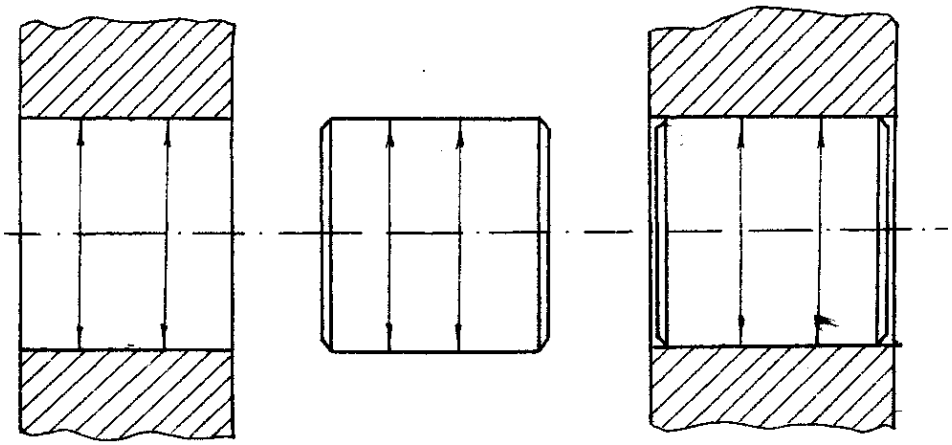


Рис 1.1 Эскизы деталей и сопряжения для посадки с полем допуска h5 в системе вала

Рис.1.2.Схема обозначения посадок на чертежах



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация.-Питер, 2010.-463 с.

Аристов А.И. Метрология, стандартизация т сертификация.-М.:Издательский цент «Академия»,2007. - 384 с.

ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75) Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.О. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению курсового проекта для обучающихся

по дисциплине

Б1.В.ДВ.01.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН И УСТАНОВОК, ЧАСТИ 1 и 2

Специальность
21.05.04 Горное дело
Специализация
Горные машины и оборудование
Год набора: 2025

Автор: Долганов А.В., доцент, к.т.н., доцент

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Полученные знания в курсе Проектирование стационарных машин и установок, части 1 и 2 закрепляются выполнением и защитой курсового проекта.

Проект – это комплекс технических документов предназначенных для проектирования и содержащий чертежи, расчеты, описание и т.д.

В ходе работы над курсовым проектом осваиваются основные стадии проектной работы: проектировочный и проверочный расчеты стационарных машин и оборудования, конструирование и оформление конструкторской документации. При выполнении проекта используется большой объем справочного материала, знакомство со справочными материалами и правилами его использовании является важным аспектом в формировании будущего инженера.

Знания и навыки, приобретенные при выполнении курсового проекта по Проектированию стационарных машин и установок ч. 1 и 2 - это один из основных этапов для выполнения ВКР.

Соответствие курсового проекта компетенциям Государственного стандарта. При выполнении курсового проекта закрепляются компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (модуля):

Профессиональные

- способен эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения (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:

Знать:

– историю развития компрессорной техники, современных отечественных и зарубежных достижений в области стационарных, компрессорных машин и оборудования;

– основных терминов и понятий в области компрессорной техники, нормативных документов, регламентирующих безопасность, проектирование и эксплуатацию компрессорных машин и оборудования;

– фундаментальных основ теории компрессорной техники;

– методики выбора и инженерного расчета стационарных машин;

– типовых конструкций и схем компрессорных машин и оборудования.

Уметь:

– выполнять необходимые инженерные расчеты по конструкции стационарных машин, их функционированию в технологическом процессе;

– разрабатывать проекты деталей и узлов стационарных машин, оформлять конструкторско-технологическую документацию;

– эксплуатировать стационарные машины, обеспечивающие эффективную и безопасную реализацию технологических процессов;

– разрабатывать, согласовывать и утверждать нормативные документы, регламентирующие порядок эксплуатации стационарных машин.

Владеть:

– методами инженерного расчета и выбора основных параметров стационарных машин;

– навыками проектирования деталей и сборочных узлов стационарных машин;

– навыками оформления рабочих и сборочных чертежей.

ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Курсовой проект содержит пояснительную записку и графический материал, выполненные в САПР.

Пояснительная записка (ПЗ) должна включать в себя описание и схему проектируемой машины и оборудования, обоснование принятых технических решений, проектировочные и проверочные расчеты параметров. Оформление титульного листа ПЗ производить по приложению 1. Образец содержания пояснительной записки представлен в приложении 2. Все расчеты выполняются в единицах СИ. Для удобства расчетов принятых в стационарных машинах допускается использовать производные единицы длины (мм). Точность расчетов зависят от определяемой величины, и не должны превышать одного, двух знаков после запятой. 3. Каждая глава ПЗ должна содержать ссылки на используемую литературу, методика из которой была использована при выполнении. Ссылки выполняются в виде цифр заключенных в квадратные скобки, соответствующие номеру источника в списке литературы. Список использованной при выполнении КП литературы приводится в конце пояснительной записки, оформление списка литературы выполнять по приложению 4. Порядок формирования пояснительной записки:

1. Титульный лист.
2. Задание на проект.
3. Содержание.
4. Условные обозначения.
5. Основная часть, согласно содержанию (расчеты).
6. Список литературы.
7. Спецификация к сборочному чертежу.

Графический материал КП содержит 3 листа формата А1. Выполняемые чертежи должны соответствовать требованиям ЕСКД.

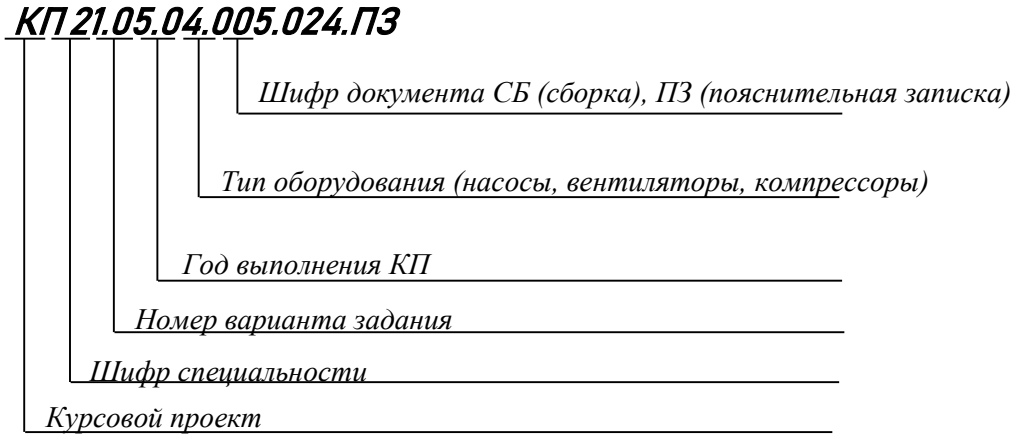
рабочий чертеж (формат А1) насосной станции либо вентиляторной установки или компрессорной станции (по согласованию с преподавателем).

Лист формата А1 – рабочий чертеж насосной станции главной водоотливной установки шахты, рудника в трех проекциях (либо в двух, если этого достаточно для получения полной информации о установке) – образец оформления рабочего чертежа водоотливной установки представлен в приложении 5. Обязательно, на чертеже показывать оборудование и элементы насосной установки: трубопроводы, задвижки, обратные клапаны, полумуфты, грузоподъемные механизмы и др. оборудование. Спецификация на сборочный чертеж выполняется на формате А4 и помещается в конце пояснительной записки.

Лист формата А1 – рабочий чертеж главной вентиляторной установки шахты, рудника в трех проекциях (либо в двух, если этого достаточно для получения полной информации о установке) – образец оформления рабочего чертежа главной вентиляторной установки представлен в приложении 5. Обязательно, на чертеже показывать оборудование и элементы вентиляторной установки: вентиляционные каналы, ляды, трубопроводы, полумуфты, грузоподъемные механизмы и др. оборудование. Спецификация на сборочный чертеж выполняется на формате А4 и помещается в конце пояснительной записки.

Лист формата А1 – рабочий чертеж компрессорной станции пневматической установки шахты, рудника в трех проекциях (либо в двух, если этого достаточно для получения полной информации о установке) – образец оформления рабочего чертежа водоотливной установки представлен в приложении 5. Обязательно, на чертеже показывать оборудование и элементы компрессорной установки: трубопроводы, задвижки, обратные клапаны, полумуфты, фильтры, воздухосборник, масловлагоотделители, грузоподъемные механизмы и др. оборудование. Спецификация на сборочный чертеж выполняется на формате А4 и помещается в конце пояснительной записки.

Структура обозначения конструкторских документов курсового проекта:



ЗАЩИТА ПРОЕКТА

Защита проекта – завершающий этап проектирования. Во время защиты студент докладывает содержание задания и его реализацию в своем проекте, отвечает на вопросы преподавателей. Студент должен показать умения объяснять устройство и назначение спроектированной установки, свободно читать сборочные и рабочие чертежи, пояснять порядок сборки механизма, обосновывать принятые решения. При оценке проекта учитываются уровень знаний студента, качество выполнения отчетного материала и выполнение установленных сроков проектирования.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Проектирование стац. машин ч.2»

Вариант № Кафедра горной механики

Задание выдано _____ преподаватель кафедры ГМ доц., к.т.н. _____ А.В. Долганов
Дата Подпись

Задание получено _____ студент группы _____ _____ _____
Дата группа ФИО Подпись

1. **Выполнить** проектные расчеты и выбор электромеханического оборудования всасывающих главных вентиляторных установок (вентиляторов и привода), расположенных на флангах рудного поля при следующих исходных данных:
   - Потребное количество воздуха по каждому флангу $Q_{ш}$ = м^3/с;
   - Минимальная депрессия по флангу $P_{ш\ min}$ = Па;
   - Максимальная депрессия по флангу $P_{ш\ max}$ = Па;
   - Шахта не опасная по газу и пыли.
   - Годовая производительность рудника $A_г$ = т/год.
2. **Выполнить** проектные расчеты и выбрать электромеханическое оборудование (насосы, трубопроводы и привод) подземной главной водоотливной установки для следующих условий:
   - Глубина водоотливного горизонта $H_{ш}$ = м;
   - Нормальный приток воды на горизонте $Q_{норм}$ = м^3/ч;
   - Максимальный приток воды на горизонте Q_{max} = м^3/ч;
   - Химическое свойство воды (водородный показатель) pH = ;
   - Содержание твердых частиц в шахтной воде не превышает ТУ на шахтные насосы.
3. **Выполнить** проектные расчеты и выбрать электромеханическое оборудование (компрессоры, трубопроводы и привод) компрессорной станции для следующих условий:
   - Общее потребное количество сжатого воздуха $V_{кс}$ = м^3/мин;
   - Потребное давление сжатого воздуха $P_{потр}$ = 5 атм;
   - Пневматическую сеть рассчитывать исходя из глубины шахты $H_{ш}$ и длины флангов L_1 = м и L_2 = м и расхода сжатого воздуха по флангам V_1 = м^3/мин и V_2 = м^3/мин.

Графическая часть – три рабочих чертежа (формат А1) насосная станция, вентиляторная установка, компрессорная станция (по согласованию с преподавателем).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимухин С.А. Стационарные машины. Вопросы теории. Насосы и вентиляторы: учебник. Ч.1, УГГУ, 2017.-251 с.
2. Тимухин С.А. Стационарные машины. Компрессоры. Стационарные машины карьеров. Проектирование стационарных установок: учебник. Ч.2, УГГУ, 2017.-183 с.
3. Долганов А.В. Стационарные машины: учебник. –М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017.-281 с.
4. Тимухин С.А. Проектирование шахтных и карьерных вентиляторных установок главного и местного проветривания. Пособие по курсовому проектированию и ВКР для студентов специальности ГМиО, УГГУ, 2008.-44с.
5. Белов С.В., Долганов А.В., Потапов В.Я. Стационарные машины. Проектирование насосных установок горных предприятий: учебное пособие, УГГУ, 2016.-168 с.
6. Копачев В.Ф., Миняев Ю.Н. Проектирование компрессорных установок: учебное пособие, УГГУ, 2010.-52 с.
7. Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Екатеринбург. ИД «Урал ЮР Издат», 2015.-212 с.

8. Белов С.В., Потапов В.Я., Долганов А.В., Костюк П.А. Стационарные машины. Решение задач: учебное пособие, УГГУ, 2016.-165 с.
9. Тимухин С.А., Копачев В.Ф. Осе-радиальные вентиляторы (приведены технические характеристики вентиляторов всех типов), УГГУ, 2011 г.-252 с.

ЛИТЕРАТУРА

Существует много изданий по выполнению курсового проектирования по дисциплине Проектирование стационарных машин и установок. Можно использовать любые, ниже перечислена часть из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимухин С.А. Стационарные машины. Вопросы теории. Насосы и вентиляторы: учебник. Ч.1, УГГУ, 2017.-251 с.
2. Тимухин С.А. Стационарные машины. Компрессоры. Стационарные машины карьеров. Проекти-рование стационарных установок: учебник. Ч.2, УГГУ, 2017.-183 с.
3. Долганов А.В. Стационарные машины: учебник. –М.: Издательский дом Академии Естествозна-ния, 2017.-281 с.
4. Тимухин С.А. Проектирование шахтных и карьерных вентиляторных установок главного и мест-ного проветривания. Пособие по курсовому проектированию и ВКР для студентов специальности ГМиО, УГГУ, 2008.-44с.
5. Белов С.В., Долганов А.В., Потапов В.Я. Стационарные машины. Проектирование насосных установок горных предприятий: учебное пособие, УГГУ, 2016.-168 с.
6. Копачев В.Ф., Миняев Ю.Н. Проектирование компрессорных установок: учебное пособие, УГГУ, 2010.-52 с.
7. Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Екатеринбург. ИД «Урал ЮР Издат», 2015.-212 с.
8. Белов С.В., Потапов В.Я., Долганов А.В., Костюк П.А. Стационарные машины. Решение задач: учебное пособие, УГГУ, 2016.-165 с.
9. Тимухин С.А., Копачев В.Ф. Осе-радиальные вентиляторы (приведены технические характери-стики вентиляторов всех типов), УГГУ, 2011 г.-252 с.

Приложение 1

Образец выполнения титульного листа пояснительной записки

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

Горно-механический факультет

Кафедра горной механики

КП 21.05.04.005.024.000.00 ПЗ

Курсовой проект

на тему: «Проектирование стационарных машин и установок»

по дисциплине: «Проектирование стационарных машин и установок»

Студент: _____

Группа: _____

Преподаватель: _____

Екатеринбург 2024 г.

Приложение 2

Пример оформления содержания пояснительной записки

Оглавление

Введение……..……..……..……..…..1
Формирование блока исходных данных……...1
1. Расчёт главной водоотливной установки…….……3
1.1 Выбираем тип и число насосов…….……...3
1.2 Расчет трубопроводов…….……..5
1.3 Определение действительного режима работы насоса……..8
1.4 Выбираем тип и число насосов…….……...10
1.5 Расчет трубопроводов…….……..11
1.6 Определение действительного режима работы насоса……..13
1.7 Определение мощности электродвигателя и расхода электроэнергии……....14
1.8 Компоновка насосных станций главных водоотливных установок……16
1.9 Водосборник и их очистка……17
1.10 Автоматизация шахтной водоотливной установки……..19
1.11 Требования безопасности при эксплуатации насосных станций……24
2 Проектирование главной вентиляторной установки……29
2.1 Расчет требуемой подачи вентилятора……29
2.2 Расчет и выбор электродвигателя вентилятора……..34
2.3 Проверка выбранного приводного электродвигателя на возможность разгона вентилятора……..……..……..……35
2.4 Выбор компоновочной схемы ГВУ и расчет параметров ее основных элементов……35
2.5 Автоматизация шахтной вентиляционной установки главного проветривания……39
2.6 Требования безопасности при эксплуатации шахтной вентиляционной установки главного проветривания……..……..……..……41
3 Проектирование компрессорной станции……..48
3.1 Расчёт необходимой производительности стационарной компрессорной станции и выбор компрессоров……..……..……..…….48
3.2 Расчет и выбор воздухопроводов……51
3.3 Расчет и выбор привода компрессорных агрегатов……..54
3.4 Расчет и выбор вспомогательного оборудования……..55
3.5 Расчет технико-экономических показателей проекта……...57
3.6 Автоматизация компрессорных установок……58
3.7 Требования безопасности при эксплуатации шахтной компрессорной станции……...61
Заключение……..67

					КП21.05.04.000.000.003.021ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванов И.И.			Проектирование стационарных машин	Лит.	Лист 1 / Листов 67
Провер.		Петров П.П.					
Н. Контр.					Пояснительная записка	УГГУ Кафедра ГМ Группа ГМО-	
Утв.		Васильев В.В.					

Сводные таблицы результатов расчетов

1.2. Расчет трубопроводов

Приняв для данного расчета типовую насосную камеру составляем схему трубопроводов[2. стр.101]. Принимаем следующие длины трубопроводов:

1. Всасывающий трубопровод – 10 метров
2. Нагнетательный трубопровод

- в камере L_{2-3} - 30 метров;
- в трубном ходке L_{3-4} – 35 метров;
- в стволе L_{4-5} – 310 метров;
- превышение над стволом – 1.5 метра.

Определяем длину нагнетательного трубопровода:

$$L_H = L_{2-3} + L_{3-4} + L_{4-5} + 1{,}5 = 30 + 35 + 310 + 1{,}5 = 376{,}5(\text{м})$$

В состав нагнетательного трубопровода входят: 2 задвижки, 3 тройника, 4 обратных клапана, 5 отводов.

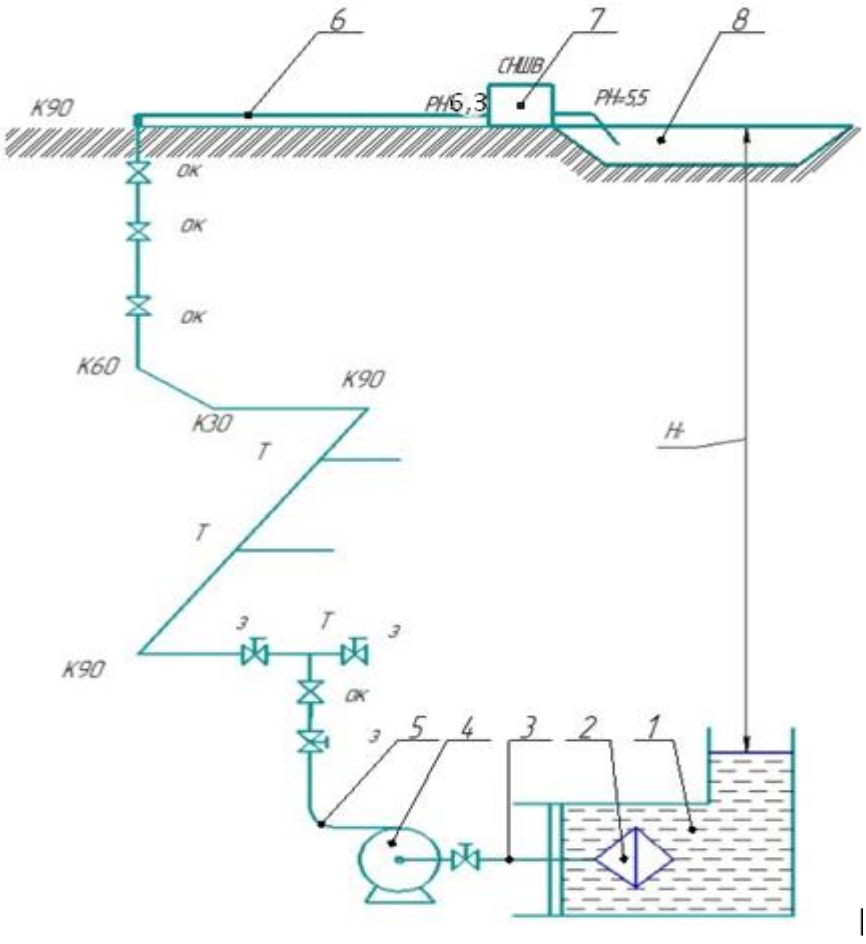


Рис. 1.1 Гидравлическая схема главного водоотлива.

					КП21.05.04.000.000.003.021ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

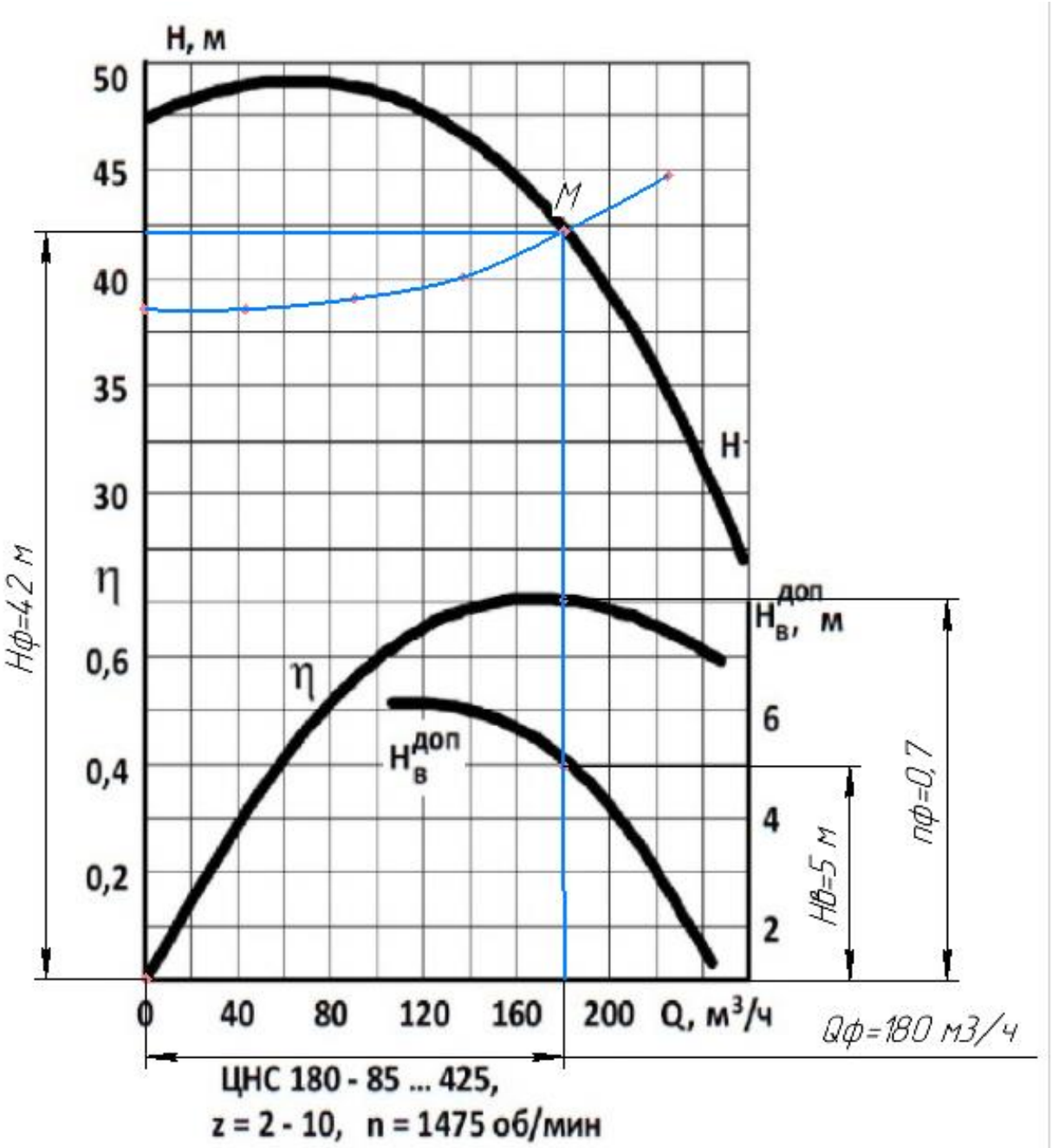


Рис 1.2 Характеристика внешней сети водоотливной установки, совмещенная с характеристикой насоса.

По точкам пересечения характеристик устанавливаем рабочий режим насоса: $H_ф$ = 336 м; $Q_ф$ = 180 м^3/ч; $\eta_ф$ = 0,7.

По полученным значениям установленного режима работы насоса ЦНСК 180 - 340, делаем вывод о том, что насос не справляется с заданными условиями, а именно не развивает нужную подачу.

($Q_р$ = 196,8 м^3/ч > $Q_ф$ = 180 м^3/ч).

Произвожу расчет сначала, принимая другой насос.

1. **Проектирование главной вентиляторной установки**

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.

2.1 Расчет требуемой подачи вентилятора

$$Q_V = k_з \times k_V \times Q_ш = 1{,}2 \times 1{,}1 \times 42 = 55{,}44 \frac{м^3}{с},$$

Где: $k_з$ - коэффициент, учитывающий 20 % запаса вентилятора;

k_V = 1,2 – коэффициент, учитывающий 20 % запаса вентилятора.

На основании значений $P_{sv\,min}$, $P_{sv\,max}$, Q_v предварительно выбираем ГВУ на основе вентиляторов: [2. стр. 163, 165, 166]

- ВО-16/10 АР-1000 без направляющего аппарата;
- ВО-18/10 АР-1000 без направляющего аппарата;
- ВО 16/8,5 АР-1500 без направляющего аппарата.

Определяем аэродинамические сопротивления шахтной вентиляционной сети для начального и конечного периодов эксплуатации вентилятора:

- для начала отработки:

$$R_{ш.min} = \frac{P_{sv.min}}{Q_V^2} = \frac{960}{55{,}44^2} = 0{,}31$$

- для конца отработки:

$$R_{ш.max} = \frac{P_{sv.max}}{Q_V^2} = \frac{1220}{55{,}44^2} = 0{,}4$$

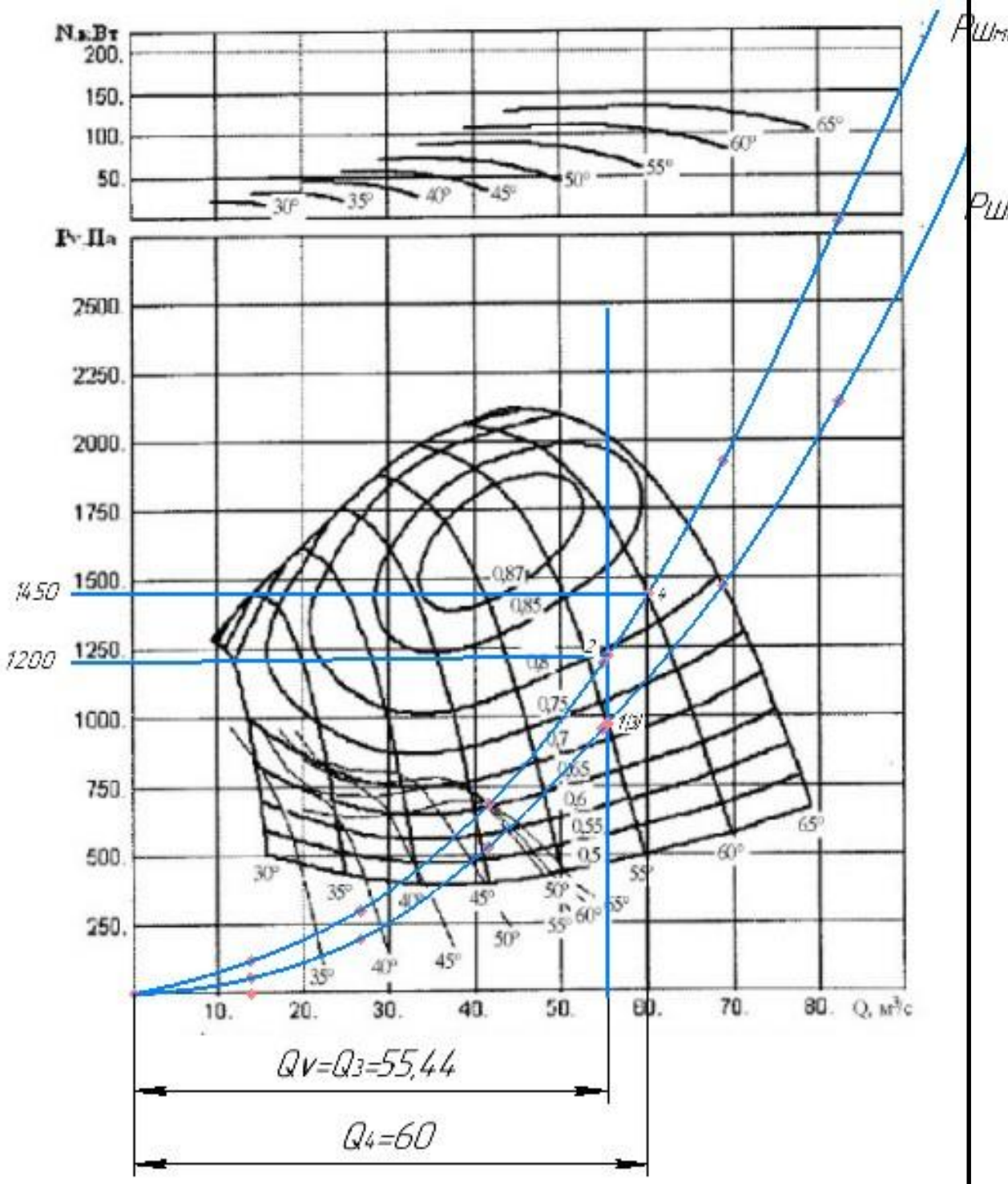


Рис. 2.1. Аэродинамическая характеристика одноступенчатого вентилятора ВО – 16/10 АР – 1000 без направляющего аппарата, совмещенная с характеристикой шахтной вентиляционной сети

$P_{sv\,max}$ = 1450; $P_{sv\,min}$ = 1200; Q_3 = Q_v =55,44 м³/с; η_3 = 0,72; Q_4 = 60 м³/с; η_4 = 0,83.

2. Проектирование компрессорной станции

Шахтная компрессорной станции служит для обеспечения шахты энергией сжатого воздуха. Включает в себя саму компрессорную станцию с компрессорами и сеть трубопроводов по которым подаётся сжатый воздух.

3.1 Расчёт необходимой производительности стационарной компрессорной станции и выбор компрессоров

Производительности компрессорной станции

$$V_{кс} = К_с \times \varphi \left[\mu \left(\sum V_{пi} \times n_{пi} \times K_{01i} + 2.7\sqrt{V_{пi}^2 \times n_{пi} \times K_{02i} + V_{пр} \times n_{пр} \times К_{пр}} + \sum V_{ут}\right)\right],$$

Где $К_с$ – коэффициент сезонности, учитывающий зависимость производительности компрессорной станции от температуры всасываемого воздуха. За температуру всасываемого воздуха принимают среднемесячную температуру июля,(20℃), тогда $К_с = 1$;

$\varphi = 1{,}02$ – коэффициент, учитывающий возможность повышения давления по сравнению с расчетным;

$\mu = 1{,}05$ – коэффициент расхода воздуха неуточненными потребителями;

i – номер группы однотипных потребителей;

$V_п$ – расход воздуха одним потребителем данной группы;

$n_п$ – количество однотипных потребителей;

$V_{пр} = 0{,}5$ м^3/мин – предельно допустимые утечки на присоединении одного потребителя;

$К_{пр}$ – коэффициент отклонения фактического давления в местах присоединения потребителей от допустимого среднего избыточного $Р_{ипр} = 0{,}4$,(При проектировании новых компрессорных станций $К_{пр} = 1$);

$V_{ут}$ – предельно допустимые значения утечек сжатого воздуха на 1 км 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 - 4м^3/(мин · км); при средних избыточных давлениях по длине соответственно 0,5 и 0,4 Мпа).

Расчеты по первому слагаемому и подкоренному выражению формулы представлены в таблице.

Таблица 3.1

Параметры потребителей сжатого воздуха

Потребители		Номинальный расход воздуха потребителем, $V_{\text{п}}$, м^3/мин	Коэффициенты		$V_{\text{п}}$
Наименование	Количество, $n_{\text{п}}$		k_{01}	k_{02}	
Комбайны	1	48	0,52	0	
Лебедки комбайнов	1	21	0,53	0	
Отбойные молотки	10	1,1	0,65	0,14	
Бурильные молотки	3	4,3	0,33	0,2	
Маневровые лебедки	2	14	0,08	0,06	
Породопогруз. Машины	2	35	0,07	0,01	
Вентиляторы местного проветривания	2	8	0,8	0	
Итого:	21				

Производительность компрессорной станции на горизонте

$$V_{\text{кс}} = 1{,}1 \times 1{,}02\left[1{,}05\left(67{,}423 + 2{,}7\sqrt{60{,}808 + 0{,}5 \times 21 \times 1} + 3 \times 0{,}43 \times 1\right)\right] =$$

98 м^3/мин

Расход воздуха на утечки:

$$\sum V_{\text{утт}} = \frac{0{,}5\times21+3\times0{,}43\times1}{98}100 = 12\%$$

Фактическая производительность с учётом износа компрессоров:

$$V_{\text{КС}}^{\Phi} = \sum_{v=1}^{t} n_v \cdot Q_{kv} \cdot k_{\text{из}v},$$

Таблица 3.3

Расчет пневмосети

ча	ст	ас	Диаметры труб			

		Оптимальный по рис 2.5	Принят.наруж.стандр	Принят.внутрен.	Факт длина,м	Расч.длина,м	Скор.воздуха, м/с	Расч.потери, МПа
1-2	123	220	245	231	200	220	8,87	0,00892
2-3	123	220	245	231	310	341	8,87	0,00156
3-4	58,4	160	180	168	60	66	7,96	0,00037
3-5	64,6	170	180	170	60	66	8,6	0,00039

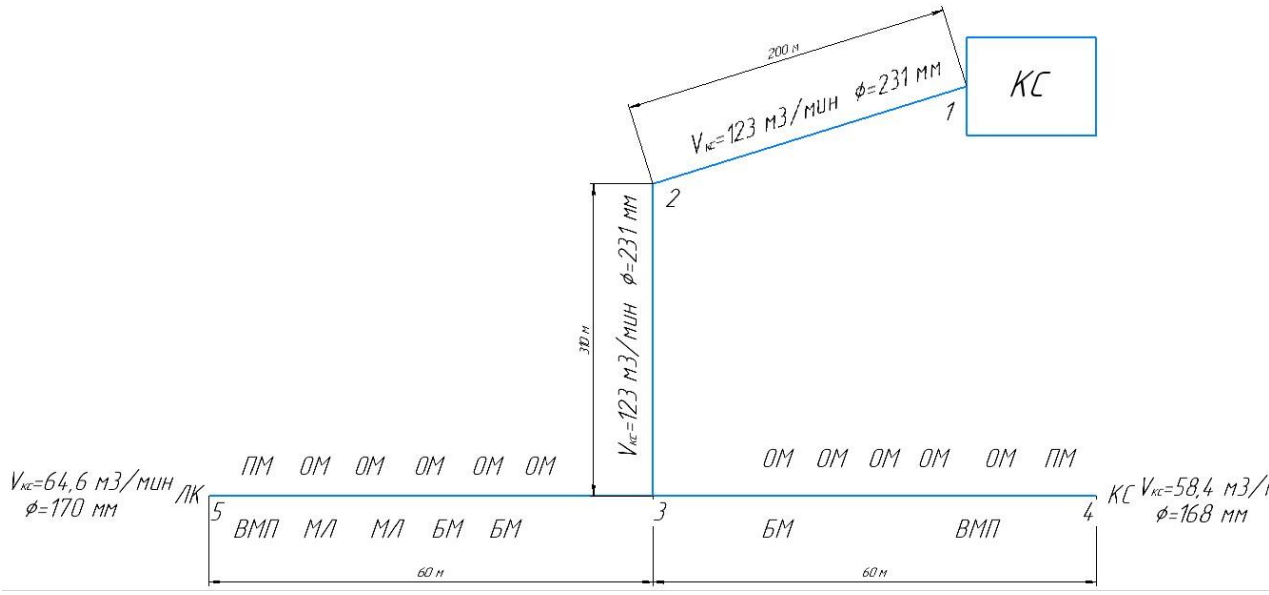


Рис. 3.3 Схема воздухопроводной сети

Систему водоснабжения компрессорных станций выполняем по замкнутой системе с многократным использованием оборотной воды. [1, стр.138]

Эта вода не должна содержать растительное и механические примеси свыше 40 мг/л. Общая жесткость воды должна быть не более 7 мг-экв/л.

3.5 Расчет технико-экономических показателей проекта

Годовой расход электроэнергии:

$$W_{\text{г}} = k_{\text{вн}} \frac{\Sigma N_k}{\eta_{\text{д}} \eta_{\text{с}}} n_{\text{ч}} n_{\text{д}},$$

Где $k_{\text{вн}}$=1,02-1,04 – это коэффициент расхода электроэнергии на подачуохлаждающей воды и вспомогательные нужны (освещение, питание генераторов возбуждения, вентиляции и т.д.); ΣN_k- суммарная расчетная мощность двигателей компрессоров, работающих одновременно, кВт; $\eta_{\text{д}}$-КПД двигателя; $\eta_{\text{с}} = 0{,}95$- КПД электрической сети.

Принимаем 20 ч работы компрессоров в сутки и 300 рабочих дней в году.

$$W_{\text{г}} = 1{,}02 \frac{4*200}{0{,}937*0{,}95} 20 * 300 = 5{,}5 * 10^6 \text{ кВт*ч}$$

Годовая производительность сжатого воздуха:

$$Q_{\text{г}} = 60 k_{\text{з}} V_{\text{кс}}^{\text{ф}} n_{\text{ч}} n_{\text{д}}$$

$k_{\text{з}}$=0.8-0.9 коэффициент загрузки

$$Q_{\text{г}} = 60 * 0{,}8 * 123 * 20 * 300 = 35424000 \, м^3$$

Расход воздуха на 1 тонну руды:

$$W_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{г}}}{\text{А}_{\text{г}}},$$

$$W_{\text{т}} = \frac{35424000}{375000} = 94{,}5 \text{ м}^3/\text{т}$$

Расход электроэнергии на 1 тонну руды:

$$W_{\text{т}} = \frac{W_{\text{г}}}{\text{А}_{\text{г}}}$$

$$W_{\text{т}} = \frac{5{,}5 * 10^6}{375000} = 14{,}7 \text{ кВт} * \text{ч}/\text{т}$$

Пример оформления списка использованной литературы

Список литературы

1. Тимухин С. А. Стационарные машины. Вопросы теории. Насосы и вентиляторы: учебник. Ч.1, УГГУ, 2017.-251с.
2. Тимухин С. А. Стационарные машины. Компрессоры. Стационарные машины карьеров. Проектирование стационарных установок: учебник. Ч.2, УГГУ, 2017.-183
3. Долганов А. В. Стационарные машины: учебник. –М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017.-281 с.
4. Тимухин С. А. Проектирование шахтных и карьерных вентиляторных установок главного и местного проветривания. Пособие по курсовому проектированию и ВКР для студентов специальности ГМиО, УГГУ, 2008.- 44с.
5. Белов С. В., Долганов А. В., Потапов В. Я. Стационарные машины. Проектирование насосных установок горных предприятий: учебное пособие, УГГУ,2016.- 168 с.
6. Копачев В. Ф., Миняев Ю. Н. Проектирование компрессорных установок: учебное пособие, УГГУ, 2010.- 52 с.
7. Правила безопасности при ведении горных работ и переработки твердых полезных ископаемых. Екатеринбург. ИД «Урал ЮР Издат», 2015. – 212 с.
8. Белов С. В., Потапов В. Я., Долганов А. В., Костюк П. А. Стационарные машины. Решение задач: учебное пособие, УГГУ, 2016.-165 с.
9. Тимухин С. А., Копачев В. Ф. Осе-радиальные вентиляторы (приведены технические характеристики вентиляторов всех типов), УГГУ, 2011г. – 252с.
10. Правила технической эксплуатации сооружений инженерной защиты населенных пунктов.
11. https://docplayer.ru/46987733-Shema-avtomatizacii-shahtnoy-vodootlivnoy-ustanovki-s-ispolzovaniem-mikroprocessornyh-ustroystv.html
12. http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow.asp?DocumID=86188&DocumType=3
13. https://svc-college.ru/wp-content/uploads/2021/01/аппаратура-УКАВ-2.pdf
14. https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/148016/
15. http://stroy-spravka.ru/article/avtomatizatsiya-kompressornykh-ustanovok

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся
по дисциплине

Б1.В.ДВ.01.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН И УСТАНОВОК, ЧАСТИ 1 и 2

Специальность
21.05.04 Горное дело
Специализация
Горные машины и оборудование

Год набора: 2025

Автор: Долганов А.В., доцент, к.т.н., доцент

Одобрена на заседании кафедры

горной механики
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Макаров Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 195 от 05.09.2024
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

ГМФ
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ..... 3

1. Повторение материала лекций..... 3

2. Самостоятельное изучение тем 5

3. Подготовка к ПРАКТИЧЕСКИМ работам..... 6

4. Выполнение самостоятельного домашнего задания 7

4.1. Задания для самостоятельной работы..... 7

4.2. Порядок выполнения. 10

4.3. Оформление и порядок защиты..... 10

5. Подготовка к письменному опросу..... 10

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 3..... 12

Литература 17

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины Проектирование стационарных машин и установок, части 1 и 2 формирование у студентов базовых знаний в области проектирования технологических машин и оборудования; подготовка студентов к решению профессиональных задач; развитие творческого естественнонаучного мышления.

Цель самостоятельной работы:

- Закрепление пройденного материала;
- Подготовка к практическим работам;
- Выполнение практических заданий;
- Подготовка к выполнению курсового проекта.

Соответствие самостоятельной работы компетенциям Государственного стандарта. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (модуля):

профессиональные

- способен эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения (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 (модуля):

Знать:

– историю развития компрессорной техники, современных отечественных и зарубежных достижений в области стационарных, компрессорных машин и оборудования;

– основных терминов и понятий в области компрессорной техники, нормативных документов, регламентирующих безопасность, проектирование и эксплуатацию компрессорных машин и оборудования;

– фундаментальных основ теории компрессорной техники;

– методики выбора и инженерного расчета стационарных машин;

– типовых конструкций и схем компрессорных машин и оборудования.

Уметь:

– выполнять необходимые инженерные расчеты по конструкции стационарных машин, их функционированию в технологическом процессе;

– разрабатывать проекты деталей и узлов стационарных машин, оформлять конструкторско-технологическую документацию;

– эксплуатировать стационарные машины, обеспечивающие эффективную и безопасную реализацию технологических процессов;

– разрабатывать, согласовывать и утверждать нормативные документы, регламентирующие порядок эксплуатации стационарных машин.

Владеть:

– методами инженерного расчета и выбора основных параметров стационарных машин;

– навыками проектирования деталей и сборочных узлов стационарных машин;

– навыками оформления рабочих и сборочных чертежей.

1. ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЛЕКЦИЙ

Часть 1, 8 семестр

Тема 1: Основные технические показатели и виды компрессоров

Виды компрессорных машин.

Термодинамика компрессорного процесса.

Мощность и кпд компрессора.

Охлаждение.

Ступенчатое сжатие.

Тема 2: Лопастные компрессоры

Характеристики лопастных компрессоров.

Пересчёт характеристик.

Особенности регулирования лопастных компрессоров.

Центробежные компрессоры.

Принцип действия и устройство.

Рабочий процесс в динамическом компрессоре.

Внутренний политропический КПД неохлаждаемого компрессора.

Газодинамические характеристики.

Безразмерные и приведенные характеристики.

Основы расчёта ступени центробежного компрессора.

Осевые компрессоры.

Основы расчёта осевого компрессора.

Тема 3: Объемные компрессоры

Поршневые компрессоры.

Принцип действия, устройство, классификация.

Рабочие органы и системы поршневых компрессоров.

Типовые конструкции поршневых компрессоров.

Компрессоры, применяемые на нефтяных и газовых промыслах. Газомотокомпрессоры (гмк).

Одноступенчатое сжатие в поршневом компрессоре.

Рабочий процесс в цилиндре компрессора.

Объёмный расход газа на входе одноступенчатого компрессора.

Мощность одноступенчатого компрессора.

Характеристики одноступенчатого компрессора.

Ступенчатое сжатие газа в поршневом компрессоре.

Назначение и схема ступенчатого сжатия.

Мощность компрессора при ступенчатом сжатии.

Промежуточные давления.

Расчёт основных размеров ступеней компрессора.

Тема 4: Роторные компрессоры

Общие сведения.

Пластинчатые компрессоры.

Жидкостно-кольцевые компрессоры.

Другие одновальные компрессоры.

Коловратный компрессор.

Винтовые компрессоры.

Винтовые компрессорные установки, применяемые в нефтяной и газовой промышленности.

Тема 5: Проектирование компрессорных установок

Расчет и выбор основного оборудования.

Расчет и выбор вспомогательного оборудования.

Компоновочное решение компрессорной станции.

Децентрализация снабжения пневматической энергией шахтных потребителей сжатого воздуха.

Расчет технико-экономических показателей.

Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок и воздухопроводов.

Часть 2, 9 семестр

Тема 1: Проектирование главных водоотливных установок

Определение водопритока.

Определение подачи насоса.

Определение напора насоса.

Выбор типа и количества насосов.

Обоснование количества нагнетательных ставов водоотливных установок.

Составление гидравлической схемы насосной установки.

Расчет характеристики внешней сети водоотливной установки.

Проверка действительного режима работы водоотливной установки.

Расчет трубопровода на гидравлический удар.

Расчет мощности и выбор типа электродвигателя насоса.

Автоматизация водоотливных установок.

Обоснование объема водосборника и насосной камеры.

Расчет расхода и стоимости электроэнергии.

Расчет затрат на электроэнергию.

Решение вопросов техники безопасности и экологии при водоотливе.

Тема 2: Проектирование вентиляторных установок главного проветривания

Исходные данные для проектирования.

Выбор вентилятора главного проветривания и определение его режимных параметров.

Расчет и построение характеристик вентиляционной сети в начале и конце эксплуатации рудника, шахты.

Электропривод вентилятора, автоматизация и электроснабжение вентиляторной установки главного проветривания рудника, шахты.

Техника безопасности при эксплуатации вентиляторной установки.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕМ

Часть 1, 8 семестр

Тема 1: Основные технические показатели и виды компрессоров

Ступенчатое сжатие.

Тема 2: Лопастные компрессоры

Основы расчёта осевого компрессора.

Тема 3: Объемные компрессоры

Мощность компрессора при ступенчатом сжатии.

Промежуточные давления.

Расчёт основных размеров ступеней компрессора.

Тема 4: Роторные компрессоры

Винтовые компрессорные установки, применяемые в нефтяной и газовой промышленности.

Тема 5: Проектирование компрессорных установок

Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок и воздухопроводов.

Часть 2, 9 семестр

Тема 1: Проектирование главных водоотливных установок

Расчет затрат на электроэнергию.

Решение вопросов техники безопасности и экологии при водоотливе.

Тема 2: Проектирование вентиляторных установок главного проветривания

Техника безопасности при эксплуатации вентиляторной установки.

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Практическая работа №1 Проектирование измерительной диафрагмы

Цель работы: изучение конструкций и принципа действия механического и электропневматического индикаторов давления. Ознакомление с индикаторными диаграммами. Спроектировать измерительную диафрагму студентам группы по вариантам, в соответствии с методическими указаниями [6].

При подготовке к практической работе использовать литературу [6].

Практическая работа №2 Расчет производительности поршневого компрессора

Цель работы: по результатам полученным в практической работе №1 Проектирование измерительной диафрагмы, произвести расчет производительности компрессорной станции шахты.

При подготовке к практической работе использовать литературу [1, 2, 6, 11].

Практическая работа №3 Термодинамический расчет одноступенчатого идеального компрессора

Цель работы: выполнить термодинамический расчет одноступенчатого идеального компрессора с цилиндром одностороннего действия при изотермическом, адиабатном и политропном процессах сжатия воздуха, согласно варианта студента.

При подготовке к практической работе использовать литературу [1, 2, 6, 11].

Практическая работа №4 Тепловой расчет первой ступени компрессора шахтной компрессорной станции

Цель работы: приобретение навыков в определении основных показателей работы действительного одноступенчатого компрессора, таких как производительность, мощность на валу, удельная мощность, температура сжатого воздуха.

При подготовке к практической работе использовать литературу [1, 2, 6, 11].

Практическая работа №5 Решение задач по шахтным пневматическим установкам

Цель работы: ознакомление с различными методиками для решения задач по шахтным компрессорным установкам с их последующим решением согласно варианта студенческой группы.

При подготовке к практической работе использовать литературу [1, 4, 6, 8-11].

Лабораторная работа №6 Испытание поршневого компрессора

Цель работы: усвоение принципов работы и расчета поршневых компрессоров, а также повторение некоторых разделов технической термодинамики.

При подготовке к лабораторной работе использовать литературу [1, 7, 8-11].

Лабораторная работа №7 Гидропневмоаккумуляторы

Цель работы: изучение конструкции гидропневмотических аккумуляторов и особенностей их применения и эксплуатации в условиях шахт и рудников.

При подготовке к лабораторной работе использовать литературу [1, 7, 8-11].

Лабораторная работа №8 Планиметры

Цель работы: изучение конструкции планиметров и особенностей их применения и эксплуатации в условиях шахт и рудников. При подготовке к лабораторной работе использовать литературу [1, 7, 8-11].

4. ВЫПОЛНЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

4.1. Задания для самостоятельной работы

КОНТРОЛЬНАЯ ЗАДАЧА № 1
на тему: «Расчет измерительной диафрагмы компрессора»

Исходные данные:

Номер варианта	Диаметр трубопровода, D, мм	Объемный расход воздуха, V, м^3/мин	Давление воздуха, P_1, кг/см^2	Температура воздуха, t_1, °С	Ожидаемый перепад давления, h, мм. рт. ст.	Коэффициент расхода, α	Плотность воздуха в норм. усл., ρ, кг/м^3
1	100	90	5,5	66	320	0,65	1,2
2	120	100	5,7	68	340	0,65	1,2
3	140	110	5,9	70	360	0,65	1,2
4	160	120	6,1	72	380	0,65	1,2
5	180	130	6,3	74	400	0,65	1,2
6	200	140	6,5	76	410	0,65	1,2
7	220	150	6,7	78	420	0,65	1,2
8	240	160	6,9	80	430	0,65	1,2
9	260	170	7,1	82	440	0,65	1,2
10	280	180	7,3	84	460	0,65	1,2
11	300	190	7,5	86	480	0,65	1,2
12	320	200	7,7	88	500	0,65	1,2
13	310	210	7,9	87	490	0,65	1,2

14	290	220	7,4	85	470	0,65	1,2
15	270	175	7,2	83	450	0,65	1,2
16	250	165	7,0	81	430	0,65	1,2
17	230	155	6,8	79	425	0,65	1,2
18	210	145	6,6	77	415	0,65	1,2
19	190	135	6,4	75	405	0,65	1,2
20	170	125	6,2	73	390	0,65	1,2
21	150	115	6,0	71	370	0,65	1,2
22	130	105	5,8	69	350	0,65	1,2
23	110	95	5,6	67	330	0,65	1,2
24	330	205	7,9	90	520	0,65	1,2
25	340	210	8,1	92	540	0,65	1,2
26	350	215	8,3	94	550	0,65	1,2

Задание 2.

КОНТРОЛЬНАЯ ЗАДАЧА № 2

на тему: «Термодинамический расчет одноступенчатого идеального компрессора»

Исходные данные

Номер варианта	Диаметр цилиндра, *D*, мм	Радиус кривошипа, *R*, мм	Частота вращения вала, *n*, об/мин	Начальное давление (по барометру), *B*, мм рт. ст.	Конечное давление (по барометру), P_2, кгс/см^2	Начальная температура воздуха, *t* °С	Показатель политропы сжатия, *n*
1	2	3	4	5	6	7	8
1	500	200	187	730	5.2	0	1.2
2	350	150	375	755	6.3	5	1.25
3	200	100	987	750	7.4	10	1.3
4	450	150	650	745	6.8	20	1.31
5	650	230	167	750	5.8	15	1.3
6	720	300	187	735	6.4	25	1.25
7	900	300	200	740	7.5	20	1.25
8	400	80	900	755	8	30	1.32
9	350	190	850	760	7.9	28	1.25
10	450	200	620	735	6.5	22	1.25

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	
11	330	150	730	770	8.2	30	1.31
12	540	100	1000	755	7.7	23	1.22
13	410	120	1500	710	5.4	18	1.25

14	330	90	1300	705	6.5	15	1.28
15	670	150	980	715	7.0	25	1.29
16	580	180	630	740	6.9	21	1.3
17	200	100	2000	736	7.1	30	1.25
18	330	110	1500	750	5.3	25	1.27
19	220	80	890	780	7.4	0	1.2
20	450	120	1200	760	6.9	15	1.25
21	530	150	1350	745	5.4	25	1.3
22	640	200	500	733	6.5	35	1.23
23	810	210	300	766	6.9	20	1.2
24	720	180	420	740	8.0	15	1.24
25	480	100	380	710	7.5	25	1.22
26	350	110	650	750	7.2	30	1.25
27	410	150	300	770	6.3	15	1.3
28	450	120	510	720	5.8	18	1.23
29	500	170	420	710	6.5	25	1.3
30	330	200	580	735	7.0	20	1.25
31	280	150	460	700	8.0	15	1.31
32	850	150	167	780	7.5	0	1.2
33	730	150	200	740	6.8	10	1.25
34	400	200	550	720	6.5	25	1.3
35	560	175	380	731	5.9	15	1.21
36	380	200	420	745	6.2	20	1.25
37	480	180	530	715	6.6	25	1.27
38	760	210	300	750	7.3	15	1.2
39	210	100	950	710	7.9	0	1.25
40	330	150	680	735	6.9	20	1.3

Задание 3.

КОНТРОЛЬНАЯ ЗАДАЧА № 3

на тему: «Тепловой расчет первой ступени компрессора шахтной компрессорной станции»

Следующие исходные данные:

Номер варианта	B, мм. рт. ст.	$P_м$, кг/см^2	t_1, ^{0}C	Q, м^3/мин	Тип охлаждения	z	Конструкция цилиндра	D_1, мм	R, мм	S, мм	$a_м$	n, об/мин
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	739	3	10	100	В	1	О	900	725	1450	0,12	167
2	740	3,2	12	100	О	1	Д	900	725	1450	0,12	167

3	741	3,4	14	100	З	1	Н	900	725	1450	0,12	167
4	742	3,6	16	100	Д	1	О	900	725	1450	0,12	167
5	743	3,1	18	100	У	1	С	900	275	550	0,12	167
6	744	3,3	20	100	Ш	1	Т	900	275	550	0,12	167
7	745	3,5	22	100	Н	1	О	900	275	550	0,12	167
8	746	3,7	24	100	О	1	Р	900	275	550	0,12	167
9	747	2,1	11	100	Е	1	О	880	275	550	0,1	187
10	748	2,3	13	100	В	1	Н	880	275	550	0,1	187
11	749	2,5	15	100	О	1	Н	880	275	550	0,1	187
12	750	2,7	17	100	З	1	Е	880	275	550	0,1	187
13	751	2,2	19	100	Д	2	Г	620	110	220	0,07	500
14	752	2,4	21	100	У	2	О	620	110	220	0,07	500
15	753	2,6	23	100	Ш	2		620	110	220	0,07	500
16	754	2,8	25	100	Н	2	Д	620	110	220	0,07	500
17	755	3,7	24	50	О	1	Е	620	110	220	0,07	500
18	756	3,5	23	50	Е	1	Й	620	110	220	0,07	500
19	757	3,4	22	50	В	1	С	620	110	220	0,07	500
20	758	3,3	21	50	О	1	Т	620	110	220	0,07	500
21	759	3,6	20	50	З	1	В	600	150	300	0,09	375
22	760	3,4	19	50	Д	1	И	600	150	300	0,09	375
23	761	3,2	18	50	У	1	Я	600	150	300	0,09	375
24	762	3,0	17	50	Ш	1		600	150	300	0,09	375
25	763	2,0	16	5	Н	2		220	55	110	0,09	960
26	764	2,2	15	5	О	2		220	55	110	0,09	960
27	765	2,4	14	5	Е	2		220	55	110	0,09	960
28	766	2,6	13	5	В	2		220	55	110	0,09	960

4.2. Порядок выполнения.

1. Изучить методические материалы для решения представленных задач
2. Произвести проектировочный расчет задач
3. Выполнить проверочный расчет решенных задач
4. Оформить чертежи элементов решенных задач.

4.3. Оформление и порядок защиты

Выполненное задание представляется преподавателю в рукописном виде.

Защита задания выполняется пояснениями о порядке выполнения задания. Преподавателем оцениваются пояснения студента и ответы на дополнительные вопросы.

5. ПОДГОТОВКА К ПИСЬМЕННОМУ ОПРОСУ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1

1. В чем особенности горного производства на угольных шахтах и какими причинами обусловлено применение пневматической энергии в них?

2. Какими положительными качествами обладает пневматическая энергия? В чем ее недостаток?

3. Охарактеризуйте состояние пневматического хозяйства угольных шахт и возможные пути его улучшения.

4. Проведите сравнение электрической и пневматической энергий по их технологическим свойствам.

5. За счет какого фактора достигается охлаждающий эффект при работе пневматических машин?

6. Что такое компрессор?

7. Что такое компрессор объемного типа?

8. Что такое компрессор лопастного типа?

9. Назовите конструкции компрессоров объемного типа, применяемых на шахтах.

10. Назовите конструкции компрессоров лопастного типа.

11. По каким основным признакам классифицируются компрессоры?

12. Что такое пневматическая установка шахты? Назовите основные ее элементы и их назначение.

13. Что такое компрессор угловой, оппозитный, горизонтальный?

14. В чем отличие принципа действия объемного компрессора от лопастного?

15. Принцип работы винтового компрессора.

16. Назовите область применения поршневых и турбокомпрессоров на шахтах.

17. В чем состоит сущность утилизации тепловой энергии сжатого воздуха, вырабатываемой компрессорными агрегатами?

18. В чем отличие пневматической энергии от электрической и гидравлической энергий по отношению к окружающей среде?

19. В чем состоит идея комплексного использования энергии сжатого воздуха в шахтах?

20. Объясните значение курса «Проектирование стационарных машин и установок, ч. 1» в подготовке горного инженера-электромеханика.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 2

1. Дайте определения таким параметрам состояния газа как температура, давление, плотность. Каким уравнением они связаны между собой?

2. Объясните, что такое абсолютное, манометрическое и вакуумметрическое давление и как они связаны между собой?

3. Что такое внутренняя (тепловая) энергия газа и теплота и в чем различие между температурой, теплотой и внутренней энергией?

4. Что такое энтальпия и энтропия газа?

5. Как зависит изменение энтальпии газа от температуры?

6. Дайте определение удельной теплоемкости газа. Что такое удельная теплоемкость газа при постоянном давлении и при постоянном объеме? Каким соотношением они связаны?

7. Что такое показатель степени адиабатического процесса?

8. Дайте определение первого закона термодинамики и опишите его в математической форме.

9. Назовите термодинамические процессы и дайте краткую характеристику им.

10. Запишите первый закон термодинамики применительно к изохорному, изобарному, изотермическому, адиабатному и политропическому процессам.

11. Какие правила существуют относительно знака тепла и работы в термодинамике и теории компрессорных машин?

12. Как реализуется первый закон термодинамики в компрессорной машине?

13. Каким уравнением выражается баланс энергии в компрессоре? Дайте физическую оценку входящих в него членов.

14. Приведите выражение теплового баланса компрессора и объясните смысл входящих в него величин.

15. Покажите на диаграммах *P–V* и *T–S* (см. рис. 2.2) линии, соответствующие изотермическому, изохорному, изобарическому, адиабатическому и политропическому процессам.

16. Что означают площади под линиями процессов в *P–V* и *T–S* диаграммах?

17. Какое состояние воздуха называется нормальным?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 3

1. Дайте определение поршневому компрессору и почему он называется объемной машиной?

2. Что такое крейцкопфный и бескрейцкопфный компрессор? Нарисуйте их конструктивные схемы.

3. Что такое компрессор простого действия и компрессор двойного действия?

4. В чем различие цилиндров одностороннего и двухстороннего действий? Почему бескрейцкопфные машины имеют цилиндры только одностороннего действия?

5. При каких условиях открываются и закрываются всасывающие и нагнетательные клапаны в цилиндре компрессора?

6. Объясните принцип действия компрессора с цилиндрами одностороннего и двухстороннего действия?

7. Как Вы понимаете процесс обратного расширения воздуха из мертвого пространства? Чем он обусловлен?

8. Дайте определение понятию «рабочий объем». Назовите размерность рабочего объема за один оборот вала и размерность рабочего объема за единицу времени. Какой зависимостью они связаны между собой?

9. Выведите формулу рабочего объема для цилиндра двухстороннего действия.

10. Что такое мертвый объем цилиндра? Чем он обусловлен и каким способом его можно измерить?

11. Что такое линейный мертвый объем, мертвый объем в клапанах и дополнительный мертвый объем? Для чего необходим линейный мертвый объем?

12. Как определяется относительный мертвый объем?

13. Что называется объемной производительностью компрессора?

14. Что называется приведенной производительностью компрессора?

15. Почему необходимо измерять объемную производительность компрессора по расходу воздуха на нагнетании и пересчитывать на условия всасывания?

16. Как практически определяется массовая и объемная производительности компрессоров?

17. Что такое относительное повышение давления по ступеням и в целом для компрессора?

18. Какая зависимость называется индикаторной диаграммой? Какие виды индикаторных диаграмм существуют, и каким способом они могут быть получены?

19. В чем преимущество свернутой индикаторной диаграммы по отношению к развернутой?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 4

1. Из каких процессов состоит рабочий процесс идеального и действительного поршневого компрессора?
2. С какой целью используется модели идеального поршневого компрессора?
3. Какие допущения положены в основу идеального поршневого компрессора?
4. Изобразите цикл идеального поршневого компрессора в диаграмме *P–V* и объясните поведение линий процессов, составляющих полный теоретический процесс.
5. Почему процессы всасывания и нагнетания не являются термодинамическими?
6. Что называется производительностью идеального компрессора, какими уравнениями она определяется?
7. Из каких видов работ складывается работа идеального поршневого компрессора? Как она определяется в общем виде?
8. Почему работа всасывания оценивается противоположным знаком по отношению к работам сжатия и выталкивания?
9. Покажите на диаграмме *P–V* площади, эквивалентные работам всасывания, сжатия, нагнетания и всей работе компрессора.
10. Какой компрессор называется изотермическим?
11. Объясните, почему работа изотермического компрессора равна работе сжатия?
12. Напишите уравнения, определяющие удельную работу идеального изотермического поршневого компрессора для сжатия 1 $м^3$ и 1 кг.
13. Покажите на диаграмме *T–S* работу и количество тепла, отводимого при сжатии в изотермическом идеальном компрессоре.
14. Что называется адиабатным идеальным компрессором?
15. Какими уравнениями определяется работа адиабатного идеального компрессора для всего количества сжимаемого воздуха, для 1$м^3$, для 1 кг?

16. Покажите на диаграмме *T–S* процесс сжатия воздуха в адиабатном компрессоре и площади, эквивалентные работе сжатия, всасывания и нагнетания.

17. Каким выражением определяется температура в конце сжатия в адиабатном идеальном компрессоре?

18. Что такое политропный идеальный компрессор?

19. Какими уравнениями определяется работа политропного идеаль-ного компрессора и температура конца сжатия воздуха в нем?

20. Покажите на диаграмме *T–S* процесс сжатия в политропном идеальном компрессоре и определите площади, выражающие количество тепла, отводимое при охлаждении, работу сжатия, работу всасывания и выталкивания, а так же величину работы, расходуемой на увеличение внутренней энергии газа в цилиндре.

21. Почему процесс с изотермическим процессом сжатия в компрес-соре является эффективным с точки зрения величины работы? Покажите это на диаграммах *P–V* и *T–S*.

22. Как определяется мощность идеального поршневого компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном процессах сжатия?

23. Из каких соображений ограничивается температура, а следова-тельно, и относительное повышение давления в цилиндре компрессора?

24. Почему относительное повышение давления в цилиндре шахтных компрессоров не превышает значение 4−5?

25. Как влияет давление всасывания на величину работы и мощности идеального компрессора?

26. Как влияет температура всасываемого воздуха на величину работы идеального компрессора?

27. Как определить количество тепла, отводимого в идеальном поршневом компрессоре при изотермическом и политропном процессах сжатия?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 5

1. Какой метод используется при исследовании физических процессов в действительном компрессоре?

2. Перечислите факторы, характеризующие действительный компрессор. Сопоставьте свойства действительного компрессора с идеальным.

3. Нарисуйте индикаторную диаграмму в координатах действительного компрессора и поясните физические процессы в цилиндре, отраженные в ней.

4. Покажите на индикаторной диаграмме действительного компрессора работу, затрачиваемую компрессором на сжатие воздуха, на выталкивание, а также работу обратного расширения воздуха из мертвого пространства и работу всасывания. Какой площадью оценивается вся работа компрессора? Какими площадями индикаторной диаграммы можно оценить работу, затрачиваемую на преодоление гидравлического сопротивления всасывающих и нагнетательных клапанов?

5. В чем заключается смысл схематизации индикаторной диаграммы действительного компрессора? Покажите на ней точки открытия и закрытия всасывающих и нагнетательных клапанов.

6. Перечислите факторы, которые влияют на уменьшение производительности компрессора по сравнению с теоретически возможной.

7. Каким образом отражается мертвый объем на уменьшении производительности компрессора? Покажите это на схематизированной индикаторной диаграмме.

8. Что такое объемный коэффициент компрессора? Каким образом он связан с величиной мертвого пространства и относительным повышением давления в цилиндре?

9. Объясните, почему повышение конечного давления уменьшает величину объемного коэффициента, а уменьшение показателя обратного расширения воздуха увеличивает его? Покажите это графически.

10. Как, исходя из содержания объемного коэффициента, определить предельное повышение давления в цилиндре поршневого компрессора? От каких факторов оно зависит?

11. Объясните физическую основу влияния сопротивления всасывающей системы на производительность поршневого компрессора.

12. Что такое коэффициент давления?

13. Что такое акустический или резонансный наддув компрессора?

14. Какие факторы отражает индикаторный коэффициент всасывания?

15. Объясните физическую основу влияния подогрева воздуха при всасывании на уменьшение производительности поршневого компрессора.

16. Влияние каких факторов на подогрев воздуха при всасывании отражает тепловой коэффициент компрессора?

17. Укажите места неплотностей в поршневом компрессоре и их влияние на утечки и перетечки воздуха.

18. Каким коэффициентом оцениваются утечки воздуха через неплотности? Влияние факторов на величину утечек.

19. Объясните физическую сущность влияния влажности всасываемого воздуха на производительность компрессора.

20. Что такое коэффициент подачи поршневого компрессора? Какие факторы, влияющие на производительность, он учитывает?

21. Какая мощность компрессора называется индикаторной? Какие затраты энергии учитывает индикаторная мощность и какие нет? Почему индикаторную мощность иногда называют внутренней?

22. Что такое среднее индикаторное давление и как оно определяется по индикаторной диаграмме?

23. Как определить индикаторную мощность исходя из среднего индикаторного давления?

24. Объясните, почему индикаторная мощность компрессора больше теоретической, мощность на валу компрессора больше индикаторной, а входная мощность электродвигателя больше мощности валу?

25. Назовите места в компрессоре, где теряется мощность на механическое трение? Что означает здесь слово «теряется»?

26. Какое содержание вкладывается в понятие «относительный» термодинамический КПД компрессора?

27. Почему применительно к компрессорам нельзя употреблять понятие «КПД» в общепринятом значении этого слова?

28. Как Вы понимаете эталонный компрессор, с которым сравнивается действительный компрессор при определении КПД?

29. Что такое относительный изотермический и относительный адиабатический КПД компрессора?

30. Что такое индикаторный или внутренний КПД компрессора? Как определяются изотермический индикаторный КПД и адиабатный индикаторный КПД компрессора?

31. Объясните, почему адиабатный индикаторный КПД больше изотермического индикаторного КПД?

32. Что такое механический КПД компрессора? Какие потери энергии он учитывает?

33. Что такое полный или эффективный КПД компрессора?

34. Будет ли одинаков полный КПД для одного и того же компрессора, если в качестве эталонного принять изотермический или адиабатический компрессор? Если не равен, то при каком эталонном компрессоре полный КПД будет больше?

35. Как определить мощность компрессора и мощность приводного двигателя, исходя из мощности изотермического идеального компрессора?

36. Как определить мощность компрессора и мощность приводного двигателя, исходя из мощности адиабатического идеального компрессора?

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимухин, С. А. Стационарные машины. Компрессоры. Стационарные машины карьеров. Проектирование стационарных установок: учебник / С. А. Тимухин. Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 183 с.

2. Долганов, А. В. Стационарные машины: учебник / А. В. Долганов. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 281 с.

3. Потапов, В. Я., Долганов, А. В. Проектирование стационарных машин. Пневматические установки горных производств: учебное пособие / В. Я. Потапов, А. В. Долганов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 173 с.

4. Белов, С. В. Стационарные машины. Решение задач: учебное пособие / С. В. Белов, В. Я. Потапов, А. В. Долганов, П. А. Костюк. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 165 с.

5. Белов, С. В. Стационарные машины. Проектирование насосных установок: учебное пособие / С. В. Белов, А. В. Долганов, В. Я. Потапов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 168 с.

6. Долганов, А. В. Проектирование стационарных машин. Поршневые компрессоры: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 135 с.

7. Долганов, А. В. Стационарных машины и установки. Лабораторный практикум. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. – 115 с.

8. В.Ф. Копачев, Ю.Н. Миняев. Проектирование компрессорных установок: Учебное пособие. –Екатеринбург: УГГУ, 2010. – 52 с

9. В.Ф. Копачев В.Я. Потапов. Конструкции винтовых компрессоров: Методические указания. – Екатеринбург: УГГУ, 2013. – 42 с

10. Сайт с обучающими материалами https://kompas.ru/publications/video/

11. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Екатеринбург. ИД «Урал ЮР Издат», - 2015.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

Б1.В.ДВ.02.01 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Специальность

21.05.04 Горное дело

Специализация

Горные машины и оборудование

год набора: 2025

Автор: Потапов В.Я., профессор, д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

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

- Способен выполнять анализ и оптимизацию взаимосвязи функционального назначения комплексов по добычи, переработке полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов (ПК-1.4);

- Способен разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня горного производства, обеспечению конкурентоспособности организации в современных экономических условиях (ПК-1.6).

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 **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**в каждой строке и построим ориентировочно линию регрессии **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

(1)

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

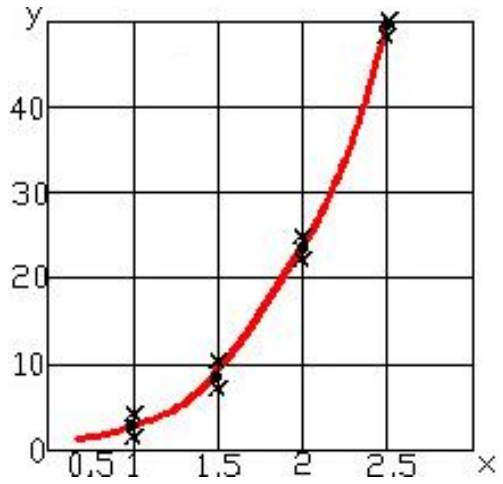


Рис. 1. Корреляционное поле и линия регрессии

В первом приближении линию регрессии можно описать степенным уравнением вида

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

(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, (**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**) возрастает больше чем в 8 раз, но меньше чем в 16 раз.

2. Произведем линеаризацию уравнения (2) в виде **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**, для чего прологарифмируем его и обозначим

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

(3)

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Таким образом, получим линейное уравнение вида

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

(4)

Для вычислений коэффициентов регрессии целесообразно составить новую таблицу 2:

№	Xi	y			**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	Xi1	Zi	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**	**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** $\left(\bar{y}_i + \hat{y}_i\right)^2$
		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

$$\begin{cases} \sum_1^4 Z_i = N \cdot a_0 + a_1 \sum_1^4 X_{i1} \\ \sum_1^4 Z \cdot X_{i1} = a_0 \sum_1^4 X_1 + a_1 \sum_1^4 X_{i1}^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4{,}28 = 4a_0 + 0{,}877\, a_1 \\ 1{,}25 = 0{,}877\, a_0 + 0{,}281 a_1 \end{cases} \quad (5)$$

Решая систему уравнений (5) получим: **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**= 3,51; **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**= 0,3. Определим значения неизвестных в уравнении (3) B = 3,51;

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Таким образом регрессионное уравнение (1) имеет вид:

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

(6)

В первом приближении, линию регрессии можно описать уравнением вида значения «**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**» и заносим их в 11-й столбец таблицы 2.

4. Определим дисперсию результатов эксперимента (**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**) и дисперсию адекватности (**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**):

$$\sigma_{Э}^2 = \sum_{i=1}^{4}\left[\frac{1}{n_i}\sum_{j=1}^{4}\left(y_{ij} - \bar{y}_i\right)^2\right] = 158{,}5\cdot 10^{-4}$$
$$\sigma_A^2 = \frac{1}{k}\sum_{1}^{4}\left(\bar{y}_i - \hat{y}\right)^2 = \frac{0{,}0204}{4} = 51\cdot 10^{-4} \quad (7)$$

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 «x» и входным параметром «y» 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»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.ДВ.02.01 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль):
«Горные машины и оборудование»

год набора: 2025

Автор: Потапов В.Я., профессор, д.т.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

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 процесса обучения.

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 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 «*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

Тема 1 Основные 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 обучающиеся выполняют 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 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 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 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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.О. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по курсовому проекту

по дисциплине

Б1.В.ДВ.03.01 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРАМЕТРОВ И ПРОЦЕССОВ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки

Горные машины и оборудование

Год набора: 2025

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Автор: Долганов А.В., доцент, к.т.н.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 5

ЛИТЕРАТУРА 7

ВВЕДЕНИЕ

Приобретение знаний по методам и особенностям оптимизации параметров и процессов горных, стационарных машин в соответствии с правилами безопасности и технической эксплуатации, обеспечивающих безопасную и высокоэффективную их эксплуатацию в условиях горных производств.

Цель самостоятельной работы: проверка приобретенных студентами навыков оптимизации параметров и процессов стационарных машин при их эксплуатации на горнодобывающих предприятиях РФ.

Самостоятельная работа соответствуют следующим компетенциям Государственного стандарта:

Профессиональные:

Способен выполнять анализ и оптимизацию взаимосвязей, функционального назначения комплексов по добыче, переработке полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов (ПК-1.4);

Способен разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня горного производства, обеспечению конкурентоспособности организации в современных экономических условиях (ПК-1.6).

Результат изучения дисциплины: «Оптимизация параметров и процессов стационарных машин»

Знать:

– целевое назначение оптимизации параметров и процессов горных машин;
– основные понятия и определения в области оптимизации параметров и процессов горных машин;
– основные требования, предъявляемые к горно-шахтному стационарному оборудованию;
– оптимизацию конструктивных параметров шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин;
– оптимизацию рабочих процессов вентиляторных, насосных и компрессорных установок;
– энергосберегающие режимы работы шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин.

Уметь:

– выполнять обоснование и выбор оптимальных конструктивных параметров шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин;
– выполнять построение оптимальных профилей и геометрических контуров профильных лопаток рабочих колес;
– определять нагрузки, действующие на вал ротора стационарных машин;
– оптимизировать рабочие процессы стационарных турбоустановок для обеспечения эффективной и безопасной их эксплуатации в различных климатических, горно-геологических и горнотехнических условиях.

Владеть:

– методами инженерного расчета валов вентиляторов на прочность и выносливость;
– методами поверочного расчета тормозных устройств шахтных подъемных машин;

– навыками оформления рабочих и сборочных чертежей.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для организации самостоятельной работы обучающихся по изучению дисциплины (модулю кафедрой подготовлены Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся направления 21.05.04 «Горное дело».

Для выполнения курсового проекта кафедрой подготовлены Методические рекомендации по выполнению курсового проекта [1, 2, 4] для обучающихся направления 21.05.04 «Горное дело».

Форма контроля самостоятельной работы обучающихся – проверка на практическом занятии, защита курсового проекта, экзамен.

При выполнении самостоятельной работы необходимо изучить примеры, рассмотренные в лекциях, а также в пособии [1 и 2].

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Отчет по самостоятельной работе выполняется в виде курсового проекта и в зависимости от темы проектирования включает следующие этапы, рассмотрим на примере «Проектирование оптимизации параметров и процессов центробежного вентилятлора»:

Оглавление;

Введение;

Исходные данные проектирования;

Определение основных исходных параметров

Определение основных геометрических параметров рабочего колеса;

Определение основных геометрических параметров спирального корпуса и диффузора;

Расчёт КПД вентилятора;

Расчёт на прочность главного вала;

Расчёт вала на выносливость;

Заключение;

Список литературы

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсовой работы по дисциплине «Оптимизация параметров и процессов стационарных машин»

Вариант №5 Кафедра горной механики

Задание выдано _____преподаватель кафедры ГМ доц., к.т.н._____

Дата Подпись

Задание получено _____студент группы ГМО- _____

Дата группа ФИО Подпись

Выполнить расчет и выбор оптимальных параметров центробежных вентиляторов при следующих исходных данных:

- номинальная подача вентилятора $Q_{vн}$=144 м^3/с;
- номинальное статическое давление $P_{svн}$=2018 Па
- частота вращения рабочего колеса n=450 об/мин
- температура воздуха t=-20°C

Выполнить расчет проектируемого вала на прочность и выносливость

Графическая часть – построить план скоростей на входе лопасти рабочего колеса вентилятора, плофилирование лопаток, план скоростей на выходе лопасти рабочего колеса, отобразить рабочий эскиз проектируемого вала (формат А1)

ЛИТЕРАТУРА

1. С.А.Тимухин *Учебное пособие* **«Оптимизация параметров и процессов стационарных машин»,** Изд-во УГГУ, Екатеринбург-2006, 244 стр.
2. С.А.Тимухин *Учебное пособие* **«Расчет и выбор оптимальных параметров стационарных машин»,** Изд-во УГГУ, Екатеринбург-2008, 144 стр.
3. С.А. Тимухин *Учебник* **«Стационарные машины»,** Изд-во УГГУ, Екатеринбург-2017, 183 стр.
4. Федеральные нормы и правила 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 стр.
5. Тимухин С.А. Стационарные машины. Вопросы теории. Насосы и вентиляторы: учебник Ч.1, УГГУ, 2017.-251 стр.
6. Тимухин С.А., Копачев В.Ф. Осе-радиальные вентиляторы (приведены технические характеристики вентиляторов всех типов), УГГУ, 2011-252 стр.

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсовой работы по дисциплине
«Оптимизация параметров и процессов горных машин»
на тему «Расчет и выбор оптимальных параметров шахтных центробежных насосов»

Вариант № Кафедра горной механики

Задание выдано _____ преподаватель кафедры ГМ доц., к.т.н. _____ А.В. Долганов
Дата Подпись

Задание получено _____ студент группы _____ _____ _____
Дата группа ФИО Подпись

1. **Выполнить** расчет и выбор оптимальных параметров шахтных центробежных насосов для следующих условий:

- Глубина шахты $H_{ш}$ = м;
- Требуемый напор насоса $H_{н}$ = м;
- Нормальный приток воды в шахту $Q_{норм}$ = $м^3/ч$;
- Требуемая подача насоса $Q_{н}$ = $м^3/ч$;
- Химическое свойство воды (водородный показатель) pH = ;
- Число оборотов вала насоса n = об/мин;
- Содержание твердых частиц в шахтной воде не превышает ТУ на шахтные насосы.

Графическая часть – рабочий чертеж (формат А1). Рабочее колесо проектируемого насоса по результатам расчета его основных размеров и рабочий чертеж вала спроектированного насоса (по согласованию с преподавателем).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимухин С.А. Стационарные машины. Вопросы теории. Насосы и вентиляторы: учебник. Ч.1, УГГУ, 2017.-251 с.
2. Долганов А.В. Стационарные машины: учебник. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017.-281 с.
3. Белов С.В., Долганов А.В., Потапов В.Я. Стационарные машины. Проектирование насосных установок горных предприятий: учебное пособие, УГГУ, 2016.-165 с.
4. Тимухин С.А. Расчет и выбор оптимальных параметров стационарных машин: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию и выполнению ВКР / С.А. Тимухин. - Екатеринбург Изд-во УГГУ, 2008. – 144 с.
5. Тимухин С.А. Оптимизация параметров и процессов стационарных машин: учебное пособие / С. А. Тимухин. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006 . – 244 с.
6. Ломакин, А.А. Центробежные и осевые насосы / А.А. Ломакин. - М.: Машиностроение, 1966. - 362 с.
7. Федеральные нормы и правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Екатеринбург. ИД «Урал ЮР Издат», 2015.-212 с.

ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Тимухин, С. А. Оптимизация параметров и процессов стационарных машин: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 244 с..	20
2	Тимухин, С. А. Расчет и выбор оптимальных параметров стационарных машин: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – 144 с.	28
3	Шестаков, В. С. Оптимизация параметров горных машин: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. – 227 с.	24
4	Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Екатеринбург. ИД «Урал ЮР Издат», - 2015.	20
5	Тимухин. С. А. Стационарные машины. Вопросы теории. Насосы и вентиляторы: учебник. Ч.1, УГГУ, 2017.-251 с.	22
6	Тимухин. С. А. Стационарные машины. Компрессоры. Стационарные машины карьеров. Проектирование стационарных установок: учебник. Ч.2, УГГУ, 2017.-183 с.	25
7	Долганов А.В. Стационарные машины: учебник. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017, - 281 с.	25

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

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

Год набора: 2025

Автор: Долганов А.В., канд. техн. наук,

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
2. Задания к практическим занятиям 4
3. Порядок выполнения работы .....
4. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 5
4.1. Практическое занятие № 1 .....
4.2. Освоение набора кода программы и отладку..... 5
4.3. Практическое занятие № 2. 9
4.4. Практическое занятие № 3..... ……15
4.5. 16 Литература .....

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 поршняударника на расстоянии Lo и скорости в конце разгона

Занятие 4. Решение задачи «Определение продолжительности торможения поршняударника 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 Ho .

Занятие 8. Разработка имитационной модели рабочего цикла лебедки при подъеме груза лебедкой на высоту Ho 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 $y=A\sqrt[3]{B}$. 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 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.
5. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+B+X}{C}$. 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 $y=A+B+\sqrt{\frac{X}{C+D}}$. 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 $y=A+B+\sqrt{\frac{\sin X}{C+D}}$. 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 $a=2^{x}+x^{4}+y$, $b=\sqrt[3]{e^{\frac{x+1}{\sin z}}}$, 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

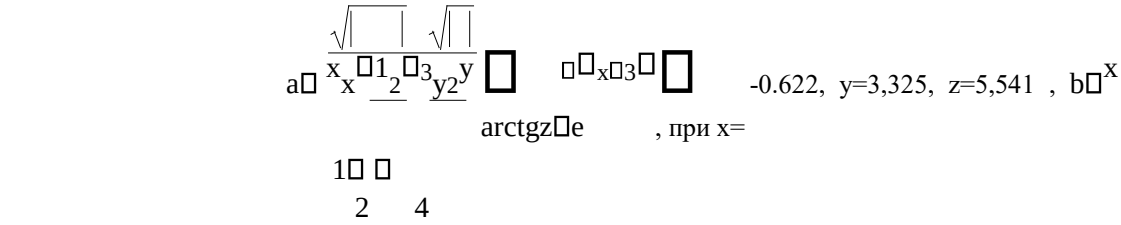
$$a=2^{x}+\left|\frac{y}{3x+y}\right|+\sqrt{\frac{x+y}{1+\sin x+2yz}}$$, при x=3.251, y=0,325, z=0.466

$$b=\frac{e^{x+y}}{x}$$

2 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

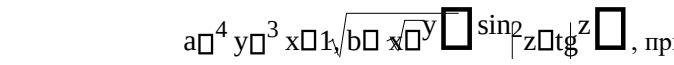


-0.622, y=3,325, z=5,541 , b=

, при x=

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.

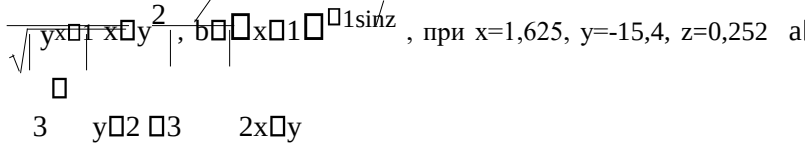
11. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул



, 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.

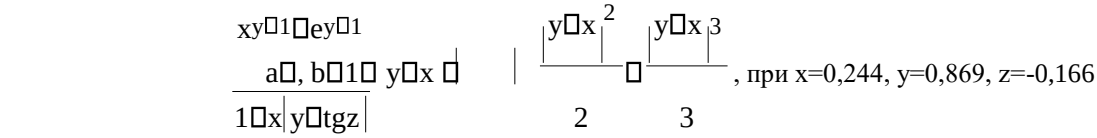
12. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул



, при x=1,625, y=-15,4, z=0,252 a=

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.

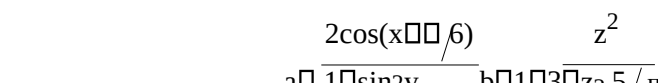
13. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул



, 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

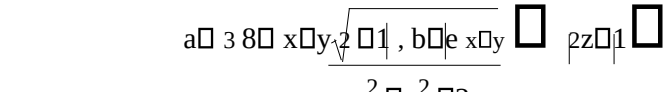
14. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул



при x=1.426, y=-1.220, z=3.5 2

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



, при x=-4.500, y=0.750, z=0.845 tg

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

$$\left| 1\square 2\sin 2\,y \right| \quad a\square \cos x\square \cos y,\ b\square 1\square z\square\square\square, \text{ при } x=0.400,\ y=-0.875,\ z=-0.475 \qquad z2\ z3\ z4$$

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

$$a\square \ln\square\square\square y^{\square\sqrt{\ }\,x}\ \square\square\square^{-}\square x\square\ 2y^{\square}\square\square,\ b\square^{\sin 2}\text{arctgz}\ ,\ \text{при } x=-15.246,\ y=4.642,\ z=20.001$$

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 А – навести курсор на линию между А и В, нажать левую кнопку мыши и потянуть;
- объединяем в первой строке ячейки А1 и В1 – 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	

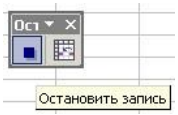
2. **Вызываем на экран панель *Visual Basic*** (если она отсутствует):



Рис. 1.

- курсор мыши на любую из имеющихся панелей;
- щелчок правой кнопкой, щелчок по *Visual Basic* (на экран выведется панель 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);

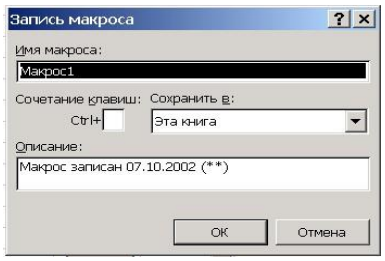


Рис. 2. Окно записи макроса

- щелчок по кнопке «Остановить запись» на появившейся дополнительной панели (рис. 3) или на панели *Visual Basic*. (на ней кнопка «Запись» заменится кнопкой «Остановить запись»).

Р

4. Переходим в окно редактора *Visual Basic*:

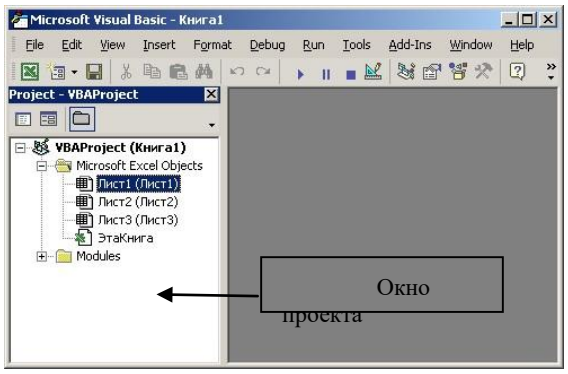


Рис. 4.

- 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).

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 несколько строк, то клавишей со стрелкой ↓) – выделенный участок выделится темным цветом;
- отпустить Shift;

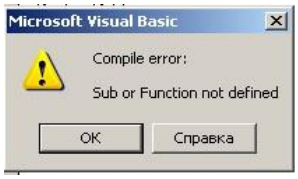
- нажать Cntr и не отпуская клавишу Insert;
- навести текстовый курсор на место, куда должна быть скопирован фрагмент;
- нажать Shift и не отпуская клавишу Insert.



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;



- пошаговое выполнение – наводим курсор на основную программу (на строку Рис. 6 *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·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·x-C·x^3-D·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·x-C·x^2-D·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 блоксхему.

1 вариант.

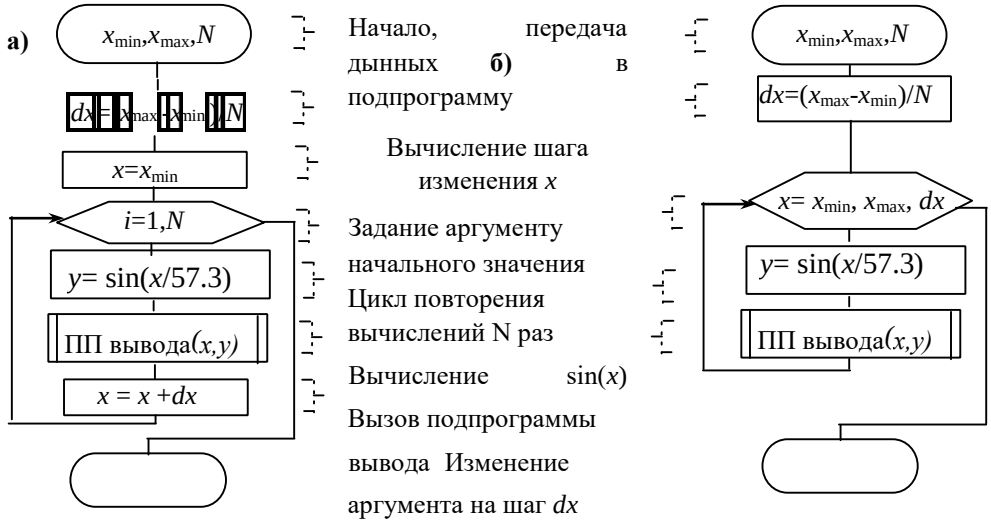
Ввести: N – количество вычислений, x_{min} x_{max} минимальное и максимальное значение аргумента, ввод в градусах.

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-



Начало, передача дынных в подпрограмму

Вычисление шага изменения x

Задание аргументу начального значения

Цикл повторения вычислений N раз

Вычисление sin(x)

Вызов подпрограммы вывода Изменение аргумента на шаг dx

Конец алгоритма

Рис. 1. Алгоритмы расчета с вычислением аргумента: а - отдельными операторами, б – параметрами цикла

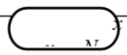
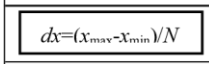
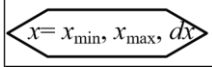
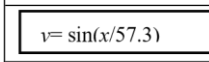
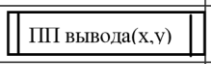
горитмических языках берутся от аргумента в радианах).

Разработка программы. Подпрограмму ввода оформляем аналогично предыдущему примеру. Подпрограмма расчета оформляется по составленному алгоритму по рис. 1, б.

.

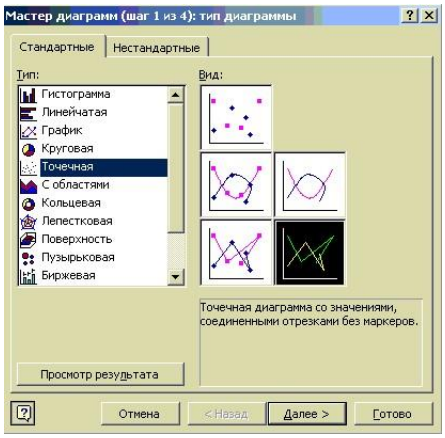
Таблица 1. Соответствие блоков алгоритма строкам
подпрограммы расчета

Таблица 2. Назначение дополнительных строк и переменных подпрограммы расчета

Блок алгоритма	Строки программы
	Sub Расчет(Xmin, Xmax, N).
	dx = (Xmax - Xmin) / N.
	For x = Xmin To Xmax Step dx Next x
	y = Sin(x / 57.3)
	Call Вывод(x, y, i)
	End Sub

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 перемененные, 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

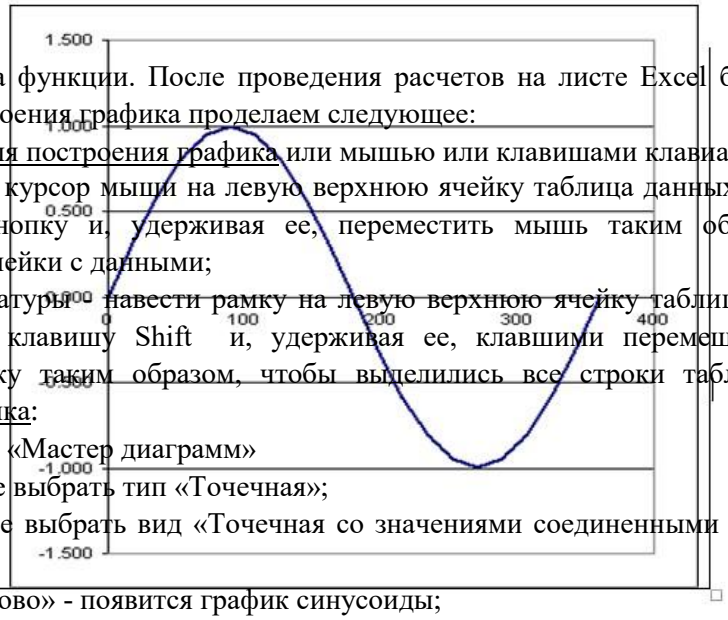
Sub Ввод(Xmin, Xmax, N)
  Xmin = Worksheets("Синусоида").Range("G3")
  Xmax = Worksheets("Синусоида").Range("G4")
  N = Worksheets("Синусоида").Range("G5")
End Sub

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
  Call Вывод(x, y, i)                  'Вызов ПП вывода строки в таблицу Next
x                                      'Конец цикла
End Sub

Sub Вывод(x, y, i)
  Worksheets("Синусоида").Cells(i, 1) = x  'Вывод в i-ю строку в 1-й столбец аргумента
x   Worksheets("Синусоида").Cells(i, 2) = y  'Вывод в i-ю строку во 2-й столбец y   i = i +
1                                      'Изменение номера строки для вывода следующей строки End Sub
```

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							



Отладка программы, установка кнопки запуска, выполнение аналогично предыдущему примеру

Оформление графика функции. После проведения расчетов на листе Excel будет выведена таблица данных. Для построения графика проделаем следующее:

Выделяем данные для построения графика или мышью или клавишами клавиатуры

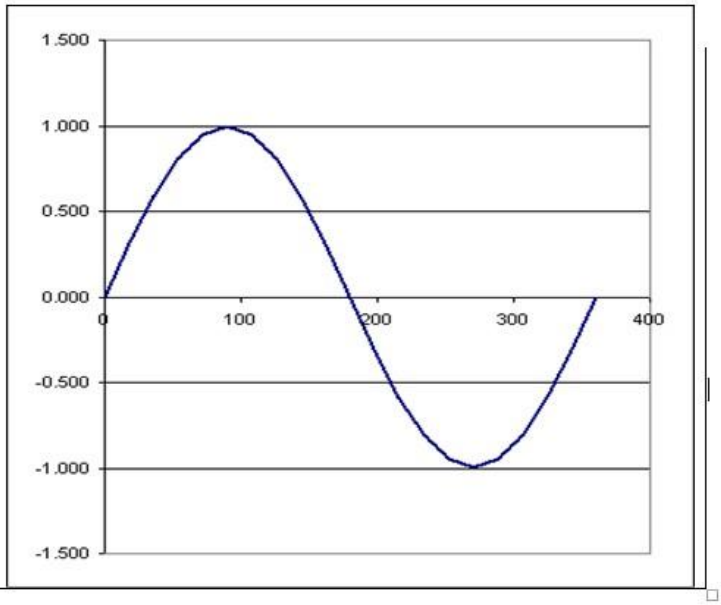
- мышью - навести курсор мыши на левую верхнюю ячейку таблица данных для графика, нажать левую кнопку и, удерживая ее, переместить мышь таким образом, чтобы выделились все ячейки с данными;
- клавишами клавиатуры - навести рамку на левую верхнюю ячейку таблица данных для графика, нажать клавишу Shift и, удерживая ее, клавишами перемещения курсора переместить рамку таким образом, чтобы выделились все строки таблицы данных.

Построение графика:

- щелчок по кнопке «Мастер диаграмм»
- в диалоговом окне выбрать тип «Точечная»;
- в диалоговом окне выбрать вид «Точечная со значениями соединенными отрезками без маркеров»;
- щелкнуть по «Готово» - появится график синусоиды;
- щелкнуть по надписи «Ряд 1» и нажать клавишу «Delete»

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

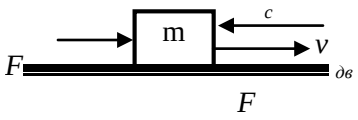


Рис. 1. Расчетная схема

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 $\mathbf{F_{дв} - F_c} = \boldsymbol{m} \cdot \boldsymbol{dv/dt},$ (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 ***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: $\boldsymbol{dv/dt \approx (v_{i+1} - v_i)/\Delta t;}$ $\boldsymbol{dx/dt \approx (x_{i+1} - x_i)/\Delta t,}$ 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: $\mathbf{F_{дв} - F_c} = \boldsymbol{m \cdot (v_{i+1} - v_i)/\Delta t.}$

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')

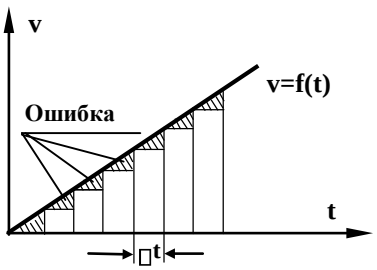


Рис. 2. Иллюстрация метода Эйлера

Время перемещения определяется суммированием $\boldsymbol{\Delta t}$ до тех пор, пока условие выполняется $\boldsymbol{T_{i+1} = T_i + \Delta t.}$ (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:

$$v = v + (F_{дв} - F_c) \cdot \Delta t / m; \qquad (1'')\ x$$

$$= x + v \cdot \Delta t; \qquad (2'')$$

$$T = T + \Delta t. \qquad (3'')$$

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,*** Δt. 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, меститься 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

	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

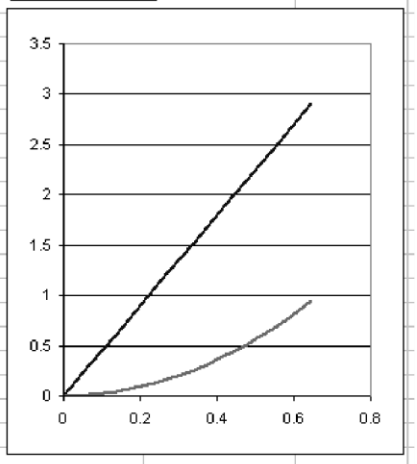


Рис. 8. Вид листа Excel

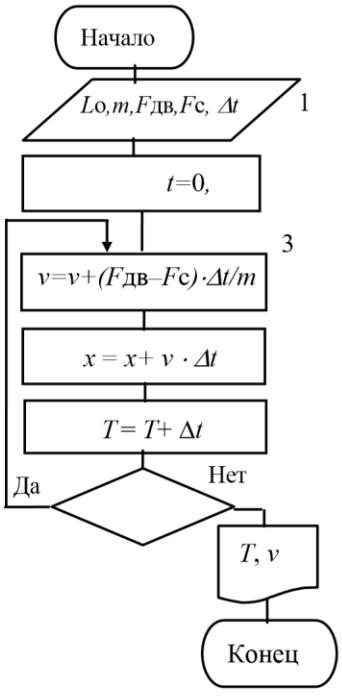


Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчета времени перемещения

```
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

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 по-

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 **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. В.С.Шестаков. Оптимизация технических объектов. Учебное пособие. Изд. УГУ, Екатеринбург, 2016, 238 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.В.ДВ.03.01 ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И ПРОЦЕССОВ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки

Горные машины и оборудование

Автор: Долганов А.В. канд. техн. наук.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

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 провеженитти 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:

профессиональные

- способен выполнять анализ и оптимизацию взаимосвязей, функционального назначения комплексов по добыче, переработке полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов (ПК-1.4);

- способен разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня горного производства, обеспечению конкурентоспособности организации в современных экономических условиях (ПК-1.6).

Результат изучения дисциплины:

Знать:

– целевое назначение оптимизации параметров и процессов горных машин;

– основные понятия и определения в области оптимизации параметров и процессов горных машин;

– основные требования, предъявляемые к горно-шахтному стационарному оборудованию;

– оптимизацию конструктивных параметров шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин;

– оптимизацию рабочих процессов вентиляторных, насосных и компрессорных установок;

– энергосберегающие режимы работы шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин.

Уметь:

– выполнять обоснование и выбор оптимальных конструктивных параметров шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин;

– выполнять построение оптимальных профилей и геометрических контуров профильных лопаток рабочих колес;

– определять нагрузки, действующие на вал ротора стационарных машин;

– оптимизировать рабочие процессы стационарных турбоустановок для обеспечения эффективной и безопасной их эксплуатации в различных климатических, горно-геологических и горнотехнических условиях.

Владеть:

– методами инженерного расчета валов вентиляторов на прочность и выносливость;

– методами поверочного расчета тормозных устройств шахтных подъемных машин;

– навыками оформления рабочих и сборочных чертежей.

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.

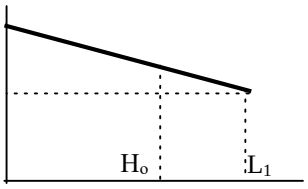
4. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в нижнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления 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 Ро, 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: 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, 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 $Fc=Kv \cdot V2$, 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 $P_к$ равномерно меняется в процессе движения от $P_о$ до $P_к$ на расстоянии L_1. Усилие сопротивления, действующее на поршень определяется по выражению $Fc=C \cdot V$, где C —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения ударника, м/с.



Определить время перемещения поршня на расстояние $H_о$.

Исходные данные:

$P_о$, $P_к$- давление сжатого воздуха вначале движения, и на расстоянии L_1, Па; M — масса поршня, кг; D —диаметр поршня, м C —коэффициент пропорциональности

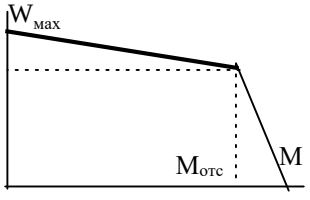
9. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой M, падает под собственным весом с высоты $H_о$ и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, 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 $H_о$ 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 $H_о$ $W_{отс}$ и опускании крюка на глубину $H_о$.

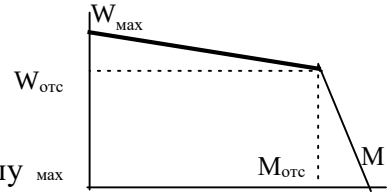


Исходные данные: M, $M_к$ —масса груза и крюка, кг; W_{max} $J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2; U — передаточное число редуктора, $T_п$ – время погрузки, с.

$R_б$ —радиус барабана, м; M_{max} —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; $M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;

W_{max} —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; $W_{отс}$ –скорость “отсечки вала двигателя, рад/с; При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент M_{max}.

13. Для проведения оптимизации по производительности определить время опускания груза лебедкой на глубину Но.



Исходные данные: М —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

U —передаточное число редуктора,

$R_б$ —радиус барабана, м; M_{max} —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм;

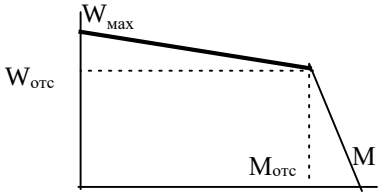
$M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;

W_{max} —максимальная скорость вала двигателя, рад/с;

$W_{отс}$ —скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент M_{max} .

14. Определить время подъема груза лебедкой на высоту Но.



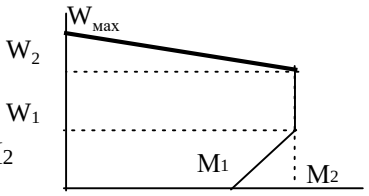
Исходные данные: М —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

i —передаточное число редуктора, Rб —радиус барабана, м; Мmax —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; Мотс —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм; Wmax —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; Wотс —скорость “отсечки” вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент Мmax .

15. Определить время опускания груза лебедкой на глубину Lo.



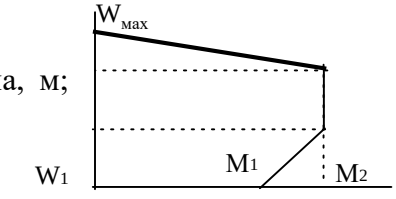
Исходные данные: М —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —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: М — 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; W_2

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, $\boldsymbol{V}$ —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 –

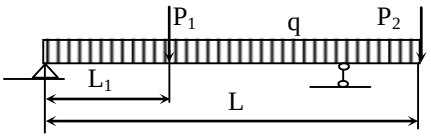
расстояние, проходимое буровым снарядом после натяжения каната. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_с = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

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 $F_с=F_{со}+k_v V^2$. где $F_{со}$ – 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.

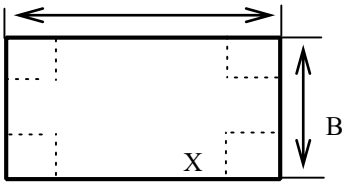
22. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве шахтной клети с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении клети срабатывают тормозные устройства, обеспечивающие усилие торможения $F_т=F_{со}+k_v V_2$. где $F_{со}$ – 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 ***P_1*** и ***P_2***. Левая опора находится на конце балки.



24. Определить оптимальные размеры контейнера, изготовляемого из стального листа заданного размера A * B (с углов A листа удаляются квадраты размером X, 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..

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Б1.В.ДВ.03.01 ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И ПРОЦЕССОВ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль) подготовки

Горные машины и оборудование

Автор: Долганов А.В. канд. техн. наук.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
горной механики	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 195 от 05.09.2024	Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

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 провеженитти 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:

профессиональные

- способен выполнять анализ и оптимизацию взаимосвязей, функционального назначения комплексов по добыче, переработке полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов (ПК-1.4);

- способен разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня горного производства, обеспечению конкурентоспособности организации в современных экономических условиях (ПК-1.6).

Результат изучения дисциплины:

Знать:

– целевое назначение оптимизации параметров и процессов горных машин;

– основные понятия и определения в области оптимизации параметров и процессов горных машин;

– основные требования, предъявляемые к горно-шахтному стационарному оборудованию;

– оптимизацию конструктивных параметров шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин;

– оптимизацию рабочих процессов вентиляторных, насосных и компрессорных установок;

– энергосберегающие режимы работы шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин.

Уметь:

– выполнять обоснование и выбор оптимальных конструктивных параметров шахтных вентиляторов, насосов, компрессоров и подъемных машин;

– выполнять построение оптимальных профилей и геометрических контуров профильных лопаток рабочих колес;

– определять нагрузки, действующие на вал ротора стационарных машин;

– оптимизировать рабочие процессы стационарных турбоустановок для обеспечения эффективной и безопасной их эксплуатации в различных климатических, горно-геологических и горнотехнических условиях.

Владеть:

– методами инженерного расчета валов вентиляторов на прочность и выносливость;

– методами поверочного расчета тормозных устройств шахтных подъемных машин;

– навыками оформления рабочих и сборочных чертежей.

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.

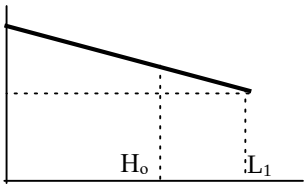
4. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в нижнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления 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 Ро, 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: 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, 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 $Fc=Kv \cdot V2$, 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 $P_к$ равномерно меняется в процессе движения от $P_о$ до $P_к$ на расстоянии L_1. Усилие сопротивления, действующее на поршень определяется по выражению $Fc=C \cdot V$, где C —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения ударника, м/с.



Определить время перемещения поршня на расстояние $H_о$.

Исходные данные:

$P_о$, $P_к$- давление сжатого воздуха вначале движения, и на расстоянии L_1, Па; M — масса поршня, кг; D —диаметр поршня, м C —коэффициент пропорциональности

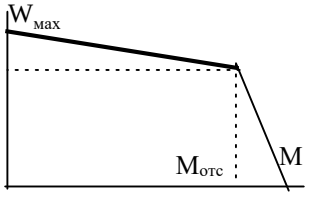
9. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой M, падает под собственным весом с высоты $H_о$ и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, 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 $H_о$ 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 $H_о$ $W_{отс}$ и опускании крюка на глубину $H_о$.

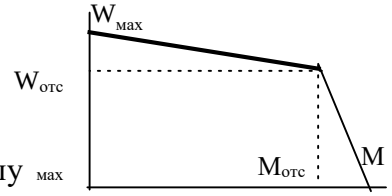


Исходные данные: M, $M_к$ —масса груза и крюка, кг; W_{max} $J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2; U — передаточное число редуктора, $T_п$ – время погрузки, с.

$R_б$ —радиус барабана, м; M_{max} —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; $M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;

W_{max} —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; $W_{отс}$ –скорость “отсечки вала двигателя, рад/с; При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент M_{max}.

13. Для проведения оптимизации по производительности определить время опускания груза лебедкой на глубину Но.



Исходные данные: М —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

U —передаточное число редуктора,

$R_б$ —радиус барабана, м; M_{max} —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм;

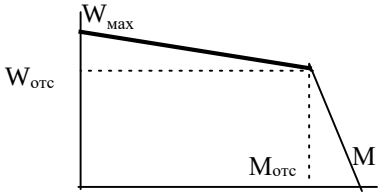
$M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;

W_{max} —максимальная скорость вала двигателя, рад/с;

$W_{отс}$ —скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент M_{max} .

14. Определить время подъема груза лебедкой на высоту Но.



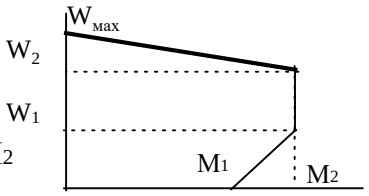
Исходные данные: М —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

i —передаточное число редуктора, Rб —радиус барабана, м; Мmax —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; Мотс —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм; Wmax —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; Wотс —скорость “отсечки” вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент Мmax .

15. Определить время опускания груза лебедкой на глубину Lo.



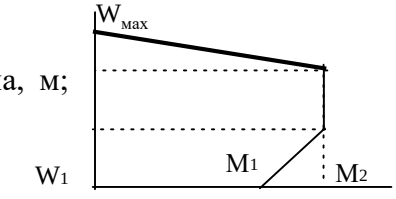
Исходные данные: М —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —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: М — 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; W_2

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, $\boldsymbol{V}$ —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 –

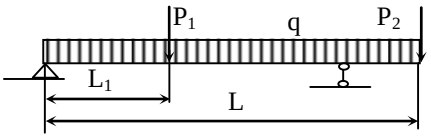
расстояние, проходимое буровым снарядом после натяжения каната. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_с = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

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 $F_с=F_{со}+k_v V^2$. где $F_{со}$ – 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.

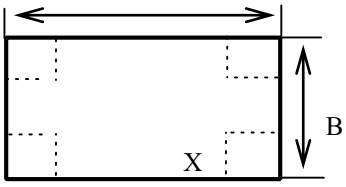
22. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве шахтной клети с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении клети срабатывают тормозные устройства, обеспечивающие усилие торможения $F_т=F_{со}+k_v V_2$. где $F_{со}$ – 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 ***P_1*** и ***P_2***. Левая опора находится на конце балки.



24. Определить оптимальные размеры контейнера, изготовляемого из стального листа заданного размера A * B (с углов A листа удаляются квадраты размером X, 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..

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР

_В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.В.ДВ.04.01 МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ МАШИН И УСТАНОВОК

Специальность
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)
Горные машины и оборудование

год набора: 2025

Автор: Дылдин Г.П.., к.т.н., доцент

Одобрена на заседании кафедры

горной механики
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Макаров Н.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 195 от 05.09.2024
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

ГМФ
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 18.10.2024
(Дата)

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
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ....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.

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

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.

- ***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.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта шахтных стационарных установок (ППР);
2. Техническая документация на производства монтажных работ;
3. Технологическая последовательность монтажа оборудования и механизмов;
4. Условия эксплуатации водоотливных шахтных установок;
5. «Осветление» шахтной воды. Горизонтальные водоотстойники;
6. Схема и средства очистки водосборных емкостей от твердого;
7. Гидравлический удар и защита от него;
8. Кавитация и мероприятия для избежания ее;
9. Установка и монтаж насосов;
10. Подготовка к пуску, пуск и остановка насосов;
11. Основные неисправности насосов и способы их устранения;
12. Техническое обслуживание и ремонт водоотливных установок;
13. Капитальный ремонт насосов. Смазка узлов водоотливных установок;
14. Подготовительные работы при монтаже шахтных трубопроводов;
15. Монтаж трубопроводов по вертикальным горным выработкам;
16. Монтаж трубопроводов по горизонтальным, наклонным выработкам и камерам;
17. Заземление шахтных трубопроводов;
18. Испытание трубопроводов;
19. Проветривание горных выработок;
20. Особенности условий эксплуатации и технического обслуживания шахтных вентиляторных установок главного проветривания (ШВУГП);
21. Размещение оборудования ШВУГП;
22. Монтаж оборудования ШВУГП;
23. Основные группы неисправностей по их значимости и влиянию на работоспособность ШВУГП;
24. Периоды эксплуатации ШВУГП;
25. Старение и изнашивание элементов ШВУГП;
26. Общие меры предотвращения неисправностей ШВУГП;
27. Основные неисправности рабочих колес шахтных вентиляторов;
28. Основные неисправности подшипниковых опор шахтных вентиляторов;
29. Основные неисправности ляд ШВУГП;
30. Техническое обслуживание и ремонт ШВУГП;
31. Применение пневмоэнергии в шахтах;
32. Расположение компрессорных установок;
33. Монтаж компрессорной установки;
34. Техническая документация компрессорной станции;
35. Пуск и остановка компрессоров;
36. Нагар в напорных коммуникациях компрессоров и его удаление;
37. Снижение энергозатрат компрессорными установками в процессе эксплуатации;
38. Характерные неисправности поршневых компрессоров и способы их устранения;
39. Техническое обслуживание компрессорных установок;